

**Instituto de Educación Superior Tecnológico Público**

**“De las Fuerzas Armadas”**



**TRABAJO DE APLICACIÓN PROFESIONAL**

**IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DE INSTRUCCIÓN DEL  
FUNCIONAMIENTO DE UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA  
OTTO EN EL INSTITUTO DE EDUCACIÓN SUPERIOR  
TECNOLÓGICO PÚBLICO “DE LAS FUERZAS ARMADAS”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL TÉCNICO EN  
MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA**

**PRESENTADO POR:**

**CHAMORRO CLEMENTE, Luis Enrique**

**JULCA GUERRERO, Omar Anthony**

**MOLINA CASTILLO, Jhonny Fernando**

**LIMA, PERÚ**

**2021**



A nuestros padres por brindarnos todo su  
Apoyo, para nosotros son el motivo de  
seguir adelante con nuestros sueños.

## AGRADECIMIENTOS

A Dios por regalarnos la vida, salud y la hermosa familia que tenemos de lo cual estamos muy orgullosos.

A nuestros padres, quienes nos enseñaron a salir adelante y nunca rendirnos ante cada obstáculo que se nos presente en el camino para alcanzar nuestras metas y objetivos.

Al Estado peruano por crear el Instituto de Educación Superior Tecnológico “De las Fuerzas Armadas” (IESTPFFAA) considerando a los licenciados que prestamos nuestros servicios voluntariamente por nuestra patria.

A los docentes de las diferentes especialidades, especialmente de la carrera Mantenimiento de Maquinaria, por el apoyo desinteresado en todo el desarrollo de nuestro trabajo de aplicación profesional.

A nuestra casa de estudio, IESTPFFAA por brindarnos su infraestructura de talleres para el desarrollo de este trabajo de aplicación y su constante preocupación por nuestra formación académica.

## ÍNDICE

	Página
INTRODUCCIÓN.....	x
<b>CAPÍTULO I. DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	<b>12</b>
1.1 Formulación del problema .....	13
1.1.1 Problema general .....	13
1.1.2 Problemas específicos .....	13
1.2 Objetivos .....	14
1.2.1 Objetivo general.....	14
1.2.2 Objetivos específicos .....	14
1.3 Justificación.....	14
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>16</b>
2.1 Estado de arte.....	17
2.1.1 Antecedentes Internacionales.....	17
2.1.2 Antecedentes Nacionales .....	18
2.2. Bases Teóricas.....	19
2.2.1. Definición de Motor Otto.....	19
2.2.2 Ciclo de cuatro tiempos .....	19
2.2.3 Componentes.....	21
2.2.4. Sistema de lubricación. ....	25
2.2.5 Sistema de refrigeración.....	28
2.2.6. Sistema de distribución .....	30
<b>CAPÍTULO III. DESARROLLO DEL TRABAJO.....</b>	<b>31</b>
3.1 Finalidad .....	32
3.2 Propósito.....	32
3.3 Componentes .....	32
3.4 Actividades .....	33

3.5 Limitaciones .....	44
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS .....</b>	<b>45</b>
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>47</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>49</b>
<b>REFERENCIAS BIBLOGRÁFICAS .....</b>	<b>50</b>
<b>APÉNDICE .....</b>	<b>52</b>
Apéndice A: Cronograma de Actividades .....	53
Apéndice B: Cronograma de Presupuesto .....	54
Apéndice C: Check List de Mantenimiento. ....	55
Apéndice D: Esquema del diseño de la estructura del montaje del motor.....	56
Apéndice E: Manual de Soldadura.....	568
Apéndice F: Catálogo de Productos de Aceros Arequipa.....	569

**LISTA DE FIGURAS**

	Página
Figura 1. Motor Otto	19
Figura 2. Ciclo Otto	21
Figura 3. Monoblock	22
Figura 4. Vista superior e inferior de la Culata.	23
Figura 5. Esquema de las partes del cigüeñal de un motor a gasolina.	25
Figura 6. Sistema de lubricación	26
Figura 7. Filtro y bomba de aceite	27
Figura 8. Sistema de refrigeración	29
Figura 9. Sistema de distribución	30
Figura 10. Vista de componentes.	33
Figura 11. Retirada de eje de levas.	34
Figura 12. Desajuste de los tornillos de la biela.	34
Figura 13. Extracción de los pistones.	35
Figura 14. Seccionado del motor.	36
Figura 15. Rectificado del motor en la fresa.	37
Figura 16. Montaje de las partes seccionadas del motor.	37
Figura 17. Montaje de las válvulas y las guías.	38
Figura 18. Lubricando las bancadas del cigüeñal.	39
Figura 19. Colocar las bancadas en el cigüeñal.	39
Figura 20. Montaje del eje de levas.	40
Figura 21. Montaje de cadena de distribución..	41
Figura 22. Pintado de la tapa de culata.	41

Figura 23. Vista de las partes del motor pintadas.	42
Figura 24. Desbaste de rebaba de la soldadura.	42
Figura 25. Pintado de la estructura base	43
Figura 26. Montaje del motor en la estructura.	43



## RESUMEN

El trabajo de aplicación profesional tiene como objetivo seccionar un motor de combustión interna Otto, es necesario considerar las normas de seguridad durante la ejecución del trabajo diseñar los cortes que deben realizar en lugares estratégicos para una mejor visualización de las partes del motor. Del mismo modo utilizar las herramientas y equipos adecuados, coordinando el trabajo a realizar con todos los miembros del equipo.

Para la realización de este trabajo de aplicación, se ha acondicionado el motor de un vehículo automotriz de la marca Toyota 2NZ debido a las facilidades en detalles externos para realizarle cortes sin dificultades ni complicaciones.

Asimismo, se describió paso a paso todos los procedimientos realizados desde la selección del tema de trabajo de aplicación profesional, el diseño del módulo de instrucción, la sección del motor, la construcción del soporte, la selección de los equipos y herramientas para lograr el objetivo deseado.

**Palabras Claves:** Módulo, instrucción, funcionamiento, sistemas, motor, combustión, interna Otto.

## INTRODUCCIÓN

Para el proceso de la enseñanza – aprendizaje es indispensable contar con las herramientas necesarias que contribuyan en el desarrollo de la formación educativa partiendo de esa premisa es el enfoque que surge la iniciativa de elaborar un módulo instructivo.

Como estudiantes del Instituto de Educación Superior Tecnológico Público “De las Fuerzas Armadas” - IESTPFFAA hemos percibido esta carencia de módulos didácticos de motor seccionado.

Este problema se omitiría si en el taller de mecánica II de nuestra especialidad contara con un motor en corte donde en tiempo real se muestre la sincronización y el funcionamiento del motor haciendo posible que el aprendizaje sea eficaz.

Considerándonos parte del problema y convencidos de no querer ser solo participantes pasivos del sistema, hemos tomado la decisión de construir un módulo didáctico de un motor Otto seccionado con el objetivo de contribuir con la enseñanza de una unidad didáctica motores Otto que se desarrolla en el II semestre del Programa de Estudios de Mantenimiento de Maquinaria. Constituye positivamente en los estudiantes durante las prácticas del taller de mecánica II porque el docente en la parte teórica prepara sus materiales para hacer posible la transferencia de sus conocimientos, pero se ven limitados a proyectar imágenes donde muestran partes del motor y en ocasiones presentan videos que tratan de explicar el funcionamiento de un motor de combustión interna.

Contamos con el suficiente material para conseguir este objetivo, ya que los integrantes de este grupo estamos convencidos de que la materialización de este trabajo de aplicación será de mucha utilidad para los estudiantes y docentes, por esta razón que algunos docentes se sumaron a nuestro equipo asesorándonos, brindándonos conocimientos que consolidan la idea y nos motivan a realizarla sin contratiempos.

Para abordar la temática, este trabajo de aplicación se estructuró en los siguientes capítulos:

Capítulo I: Se estableció la determinación del problema en un breve análisis, se formuló el problema general y se plantearon los objetivos de la investigación, para finalizar con la exposición de la justificación del trabajo.

Capítulo II: se desarrolla la investigación teórica, se describen los antecedentes investigación, las bases teóricas y el desarrollo del trabajo.

Capítulo III: Se describe la finalidad, el propósito, los componentes, las actividades y los inconvenientes que se presentaron durante la ejecución de este proyecto.

Capítulo IV: Se presenta los resultados de la investigación luego de haberlo ejecutado.

Capítulo V: En este último capítulo, se desarrolla y describe las conclusiones y recomendaciones de nuestro trabajo de aplicación.

## **CAPÍTULO I**

### **DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA**

## **1.1 Formulación del problema**

Toda institución de Educación Superior especialmente Tecnológica como el IESTPPFFAA, requiere contar con módulos de instrucción adecuados para brindar una enseñanza técnica a sus estudiantes, de tal forma también es una necesidad de nuestra institución, en especial en el área de Mantenimiento de Maquinaria sección Motores, de contar con materiales adecuados que no solo permitan el mantenimiento de los equipos o maquinas ya existentes como los motores de los vehículos gasolineros, sino además fomentar el ejercicio práctico de la carrera haciendo uso adecuado de las mismas como es el uso práctico del módulo de instrucción del funcionamiento de un motor de combustión interna Otto.

Actualmente no se cuenta con un módulo de instrucción del funcionamiento de un motor de combustión interna Otto seccionado en el taller de mecánica II – motores en el Programa de Estudios de Mantenimiento de Maquinaria del IESTPPFFAA; donde realizamos nuestras prácticas de motores, razones de esta carencia es una limitación que origina problemas en el aprendizaje tecnológico en los estudiantes de esta especialidad.

### **1.1.1 Problema general**

1.0 ¿De qué manera mejorará la enseñanza en los estudiantes del Programa de estudios de Mantenimiento de Maquinaria del IESTPPFFAA, contar con un módulo de instrucción del funcionamiento de un motor de combustión interna Otto?

### **1.1.2 Problemas específicos**

1.1 ¿Cómo mejorar el aprendizaje de los estudiantes del Programa de Estudios de Mantenimiento de Maquinaria con el uso de un módulo instructivo de un motor de combustión interna Otto?

1.2 ¿Qué módulo de instrucción de motores requieren los docentes para mejorar la enseñanza teórica y práctica en el Programa de Estudios de Mantenimiento de Maquinaria en el IESTPPFFAA?

1.3 ¿Cómo corroborar el funcionamiento del módulo de instrucción de un motor de combustión interna Otto para el Programa de Estudios de Mantenimiento de Maquinaria en el IESTPPFFAA?

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo general**

1.0 Implementar un módulo de instrucción del funcionamiento de un motor de combustión interna Otto en el IESTPPFFAA

### **1.2.2 Objetivos específicos**

1.1 ¿Mejorar el aprendizaje de los estudiantes del Programa de Estudios de Mantenimiento de Maquinaria con el uso de un módulo de instrucción de un motor de combustión interna Otto?

1.2 ¿Determinar el módulo de instrucción de motores para mejorar la enseñanza teórica y práctica en el Programa de Estudios de Mantenimiento de Maquinaria en el IESTPPFFAA?

1.3 Desarrollar las pruebas necesarias del funcionamiento del módulo de instrucción de un motor de combustión interna Otto para el Programa de Estudios de Mantenimiento de Maquinaria en el IESTPPFFAA?

## **1.3 Justificación**

Presentamos los motivos por los cuales el grupo ha decidido realizar este módulo, han sido por la falta de módulos en la unidad didáctica del curso de Motores II, se detalla de la siguiente manera:

A nivel Teórico: Este módulo va a representar de una manera didáctica lo aprendido de la teoría del curso de motores II, donde se imparte las clases de motor de combustión interna Otto, sirviendo como un complemento al curso.

A nivel Práctico: Representa la práctica siendo que es un instrumento de ayuda en el aprendizaje en una carrera que es técnica y requiere de manipulación física de estos elementos que forman parte del conocimiento adquirido en las aulas del IESTPPFFAA.

A nivel institucional: El interés y justificación del trabajo aplicativo o proyecto es de notoria e importancia en el Programa de Estudios de Mantenimiento de Maquinaria el cual se puede replicar en múltiples efectos positivos.

En nuestra casa de estudios, estamos en las condiciones de llevar adelante el módulo de instrucción del funcionamiento de los sistemas de un motor de combustión interna Otto. Estas condiciones son positivas por los estudiantes, que tienen cierto baraje teórico y práctico en haber interpretado módulos, haberlos comprendido acerca de temas similares. Además, otro aspecto que justifica el trabajo es la pertinencia del tema con la experiencia del personal presente que orienta y además de contar con información teórica y de las redes para implementar que nos abarca.

Adicionalmente, hemos detectado que una innovación de esta naturaleza, aparte de estar ligada a importantes términos técnicos y económicos, presenta en gran pertinencia con distintas asignaturas propias de la institución. En este sentido, se argumenta con sólidas bases la justificación del presente trabajo, ya que en la actualidad no se cuenta con un motor de estas características

Nuestro grupo propone ejecutar los procesos que nos conduzcan a la elaboración sistemática del “Módulo de instrucción del funcionamiento de un motor de combustión interna Otto en el IESTPFFAA”. Además, se puede contar con el apoyo de instituciones similares con alguna mayor experiencia para su elaboración y difusión.

**CAPÍTULO II**  
**MARCO TEÓRICO**



## **2.1 Estado de arte**

Se ha realizado la búsqueda de información sobre proyectos anteriormente desarrollados similares o relacionados con el trabajo de aplicación profesional que presentamos y se han encontrado algunos antecedentes que se cita a continuación:

### **2.1.1 Antecedentes Internacionales**

Bastidas y Romero (2018) en su investigación “Diseño de un banco didáctico para pruebas de un motor a combustión interna” propuso el diseño de un banco didáctico para pruebas de un motor de combustión interna; este banco será utilizado por estudiantes de ingeniería mecánica para que consoliden y comprendan de mejor manera los conocimientos adquiridos durante su proceso formativo y les permita a través de las prácticas reconocer las fallas y así mismo proponer soluciones viables, que pueden ser probadas en un ambiente de aula especializada de diagnóstico, reparación, mantenimiento, identificación y corrección de fallas. Inicialmente se toma en cuenta para el diseño del banco didáctico de pruebas uno de los modelos de motor más vendidos en Colombia y que cumple con las características que solicita el cliente y por otra parte que pueda realizar las pruebas estandarizadas para el ejercicio didáctico; para el diseño del banco didáctico de pruebas se realizó un diseño conceptual de cómo estaría distribuido cada uno de los soportes de motor, sistema de diagnóstico, accesorios e implementos anexos que llevará a cabo el banco para su funcionamiento. De igual manera fue importante contemplar la estructura base que soportaría el peso de todos los elementos componentes del banco y para ello se realizó un análisis de elementos finitos analizando la deformación de la estructura frente a esfuerzos hasta encontrar la estructura ideal.

Salazar (2016), en su trabajo de investigación “Implementación de un motor de combustión interna, ciclo Otto de cuatro cilindros y 1600 cm<sup>3</sup>, en un banco didáctico para simulación a pruebas” incluyó la implementación de un banco de pruebas de motores de enseñanza Motor de combustión interna de 4 cilindros y 1600 cc, utilizado en la industria electromecánica del automóvil de la Universidad de Quito en San Francisco. De esta manera, los estudiantes pueden aprender diferentes estrategias que se pueden utilizar para

diagnosticar fallas y proporcionar las soluciones correspondientes cuando ocurre una falla o si existe algún inconveniente en el sistema que compone el motor de combustión interna.

Hernández y Rafael (2014), en su investigación “Caracterización de un motor de combustión interna con dos tipos de combustible” para estudiar el impacto que producen los motores de combustión interna al medio ambiente, por lo que fue necesario evaluar a un motor para determinar si el motor está en condiciones de operación o no. Las pruebas más importantes que permiten conocer el estado del motor de combustión interna son: Pruebas a Régimen Transitorio y Pruebas a Régimen Constante con variación de mezcla.

### **2.1.2 Antecedentes Nacionales**

Arbulu y García (2018), en su tesis denominado “Modelado y simulación de un motor gasoliner Suzuki m16a mediante el uso de una interfaz gráfica del usuario en el taller de ciencias térmicas de la USS- Chiclayo” se propuso implementar una interfaz gráfica de usuario (GUI) que permita el modelado y simulación de motores de combustión interna en el Taller de Ciencias Térmicas de la EAP de Ingeniería Mecánica Eléctrica, y por tanto reforzar los conocimientos de los estudiantes. Así pues, con este software, se podrán analizar el comportamiento del motor de ciclo Otto, cuyas pruebas experimentales permitió obtener datos en tiempo real basados en un motor gasoliner Suzuki M16A y una interfaz gráfica accesible y de manejo sencillo creados gracias a una herramienta del MATLAB. Con este software de simulación se podrán obtener las curvas características de los motores de combustión interna, como lo son la potencia, torque, consumo y rendimiento. Una vez probada y verificado el correcto funcionamiento de la GUI se procederá a la implementación del Taller de Máquinas Térmicas como Laboratorio Virtual.

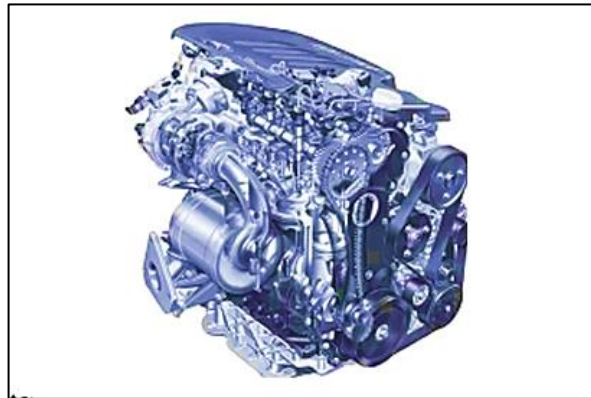
Armas, Chuquipoma y Quiliche (2018), en su trabajo de bachillerato “Diseño de un módulo giratorio de motor de dos tiempos para exhibición de su estructura mecánica en laboratorio de la UCV-Chiclayo” implementaron un módulo de instrucción didáctica del funcionamiento de un motor de dos tiempos. En su trabajo detallaron el modelo y diseño de su prototipo, así como los materiales usados. En su funcionamiento se podrá observar el movimiento de las partes internas del motor.

## 2.2. Bases Teóricas

### 2.2.1. Definición de Motor Otto

El motor se representa como una máquina ya que tiene la misión de convertir la energía térmica en energía mecánica o de movimiento. En el motor existe una cámara de combustión en la cual se puede realizar algunos cálculos para hallar la relación de compresión, la cilindrada, la potencia y el trabajo (Arias, 1999, p. 17).

De esa manera, se entiende que un motor Otto es una máquina de vapor interna que se encarga de transformar la combustión rápida en movimiento a través de una mezcla de gasolina, aire o gas y la chispa.



*Figura 1. Motor Otto (Brunetti, 2018)*

### 2.2.2 Ciclo de cuatro tiempos

Arias (1999) afirma que para que el motor desarrolle sus 4 tiempos es importante tener en cuenta que el pistón se encuentre girando. Para el funcionamiento del motor este debe realizar 4 recorridos. En cada una de estas etapas se presenta una operación distinta. Todas estas fases ocurren en el interior del cilindro, y por ello se llama ciclo de cuatro tiempos o de Otto, quien fue su realizador (p.18).

**Primer tiempo: Admisión.** El pistón está en el punto más alto y comienza a descender; en este momento, la válvula de admisión se abre y el gas existente en la tubería de admisión es aspirado por el pistón descendente y llena el cilindro. Cuando el émbolo llega al punto muerto inferior, la válvula de

admisión se cierra. Durante la carrera de admisión, el pistón desciende desde su punto más alto hasta su punto más bajo, y el cigüeñal da media vuelta.

**Segundo tiempo: Compresión.** El pistón se eleva desde el extremo inferior del punto más bajo hasta el punto más alto, y ambas válvulas están cerradas. El gas contenido en el cilindro se comprime cada vez más hasta que solo el gas ocupa en volumen que queda entre la superficie superior del pistón y la cámara del pistón. Este espacio se llama cámara de compresión o cámara de explosión. Durante la compresión, el pistón se eleva desde punto muerto inferior hasta el punto muerto superior y el cigüeñal da otra media vuelta.

**Tercer tiempo: Explosión.** Una vez que los gases están fuertemente comprimidos en la cámara de combustión, las chispas que los encienden saltan de la bujía. La fuerza de la explosión lanza el pistón desde el punto más alto al punto más bajo, y transmite el poderoso pulso de energía al cigüeñal a través de la biela. El cigüeñal soporta el volante y utiliza el volante como fuerza de almacenamiento para realizar los otros tres tiempos (escape, admisión y compresión). Durante la carrera del pistón en la explosión, las dos válvulas permanecieron cerradas y el cigüeñal dio una tercera vuelta y comenzó a funcionar.

**Cuarto tiempo: Escape.** Al comienzo de este tiempo, el pistón está en su punto más bajo. Cuando la válvula de escape se abre y el pistón sube, el pistón empuja el gas y los residuos de la combustión, que se descargan al exterior a través del tubo de escape, renovando así el ciclo. Cuando el émbolo alcanza el punto más alto, la válvula de escape se cierra. Durante la carrera del pistón en el proceso de escape, desde el punto más bajo hasta el punto más alto, el cigüeñal gira otra media vuelta, por lo que todas las etapas anteriores se repiten de la misma manera y en la misma secuencia.

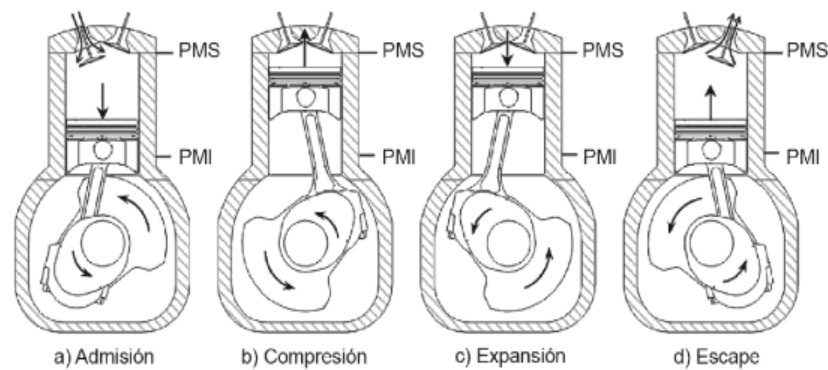


Figura 2. Ciclo Otto (Rovira y Muñoz, 2015)

### 2.2.3 Componentes

Para el estudio de un motor de automóvil, se puede distinguir elementos fijos o estáticos necesarios para su funcionamiento como el Monoblock, cilindros, culata y colectores. Además, los elementos móviles o dinámicos como el pistón, la biela, el cigüeñal, el volante motor y dámper que durante el funcionamiento del mismo están sometidos todas a altas temperaturas y grandes esfuerzos.

**Monoblock.** El bloque de cilindros es una pieza fundida en hierro o aluminio que aloja los cilindros de un motor como soportes del cigüeñal y que la función del bloque del motor también es alojar el tren alternativo, formado por el cigüeñal, las bielas y los pistones. (Arias, 1999, p. 21)

Asimismo, señala que el bloque del motor, el bloque de cilindros o el bloque de cilindros integral son piezas de hierro fundido o aluminio que se utilizan para alojar el cilindro del motor de combustión interna y el bastidor de soporte del cigüeñal. El diámetro del cilindro y la carrera del pistón determinan el desplazamiento del motor. La función del cilindro es acomodar el sistema alternativo compuesto por cigüeñal, biela y pistón. En el caso de un motor refrigerado por líquido, lo más común es que en el interior del cilindro también se forma una cavidad en el molde por la que puede circular el líquido anticongelante; y para otras partes tubulares de aceite lubricante, el filtro suele ser también fijo.

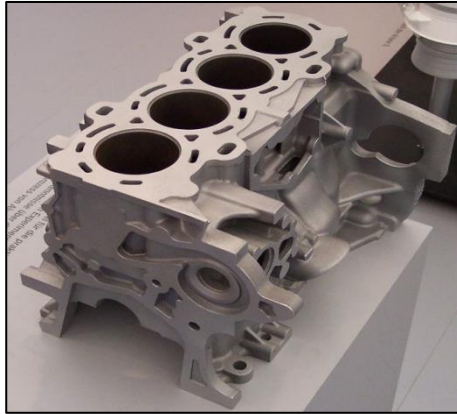


Figura 3. Monoblock (Antonius J, 2007)

**El cilindro.** Consta de dos partes: cuerpo, de forma cilíndrica, la culata y sus dimensiones vienen determinadas en función de las características del motor: número de cilindros, potencia y velocidad de régimen; la parte superior del cilindro se comunica con la admisión y el escape según las válvulas correspondientes.

En su interior tiene lugar la explosión de la mezcla, y dentro de él se desliza el pistón en su movimiento alternativo entre el p.m.s. y el p.m.i., por lo que las paredes del cilindro están cuidadosamente pulimentadas. Con objeto de atenuar el desgaste, en algunos motores modernos se croman las partes altas de los cilindros, ósea el tercio superior, aumentando la dureza y la resistencia a la corrosión de vida a los ácidos formados en la combustión.

La parte alta del cilindro, se comunica con la admisión y el escape mediante las correspondientes válvulas. Las bujías se colocan generalmente cerca de la admisión o el centro. En los motores de varios cilindros es conveniente fundirlos en una sola pieza llamada bloque. Cuando el tamaño de los cilindros es muy grande, suelen fundirse de dos en dos para mayor facilidad de fabricación cosa que ocurre principalmente en algunos motores para camión. El material utilizado es la fundición (Arias, 1999, p. 22).

**La culata.** Arias 1999 dice que La culata siempre es móvil y fija con un espárrago con tuerca; la culata debe ser resistente a la presión del gas, tener buena conductividad térmica y tener componentes apretados para evitar que el agua de refrigeración entre en el aceite y viceversa (Arias, 1999, p.23).

Es casi siempre desmontable. Su unión se da por medio de espárragos con tuercas, al plano superior del bloque.

El material empleado en su construcción es de fundición, aleación ligera o aluminio; siendo su forma, según al tipo de motor que pertenezca, de tipo lateral, con balancines o con árbol de levas en cabeza.

Entre sus características, cabe destacar que debe ser resistente a la presión del gas, tener buena conductividad térmica, ser resistente a la corrosión, tener un coeficiente de expansión idéntico al del bloque de cilindros, tener paredes de la cámara de combustión sin irregularidades o voladizos, para evitar puntos calientes y riesgos de autoignición y tener los conductores de admisión y escape cortos y preparados para no ralentizar el paso de gases.

La culata y el bloque deben formar un conjunto estanco para evitar el paso del agua de refrigeración al aceite o viceversa, y para ello la primera ha de ser plano (Arias, 1999, p.23).



*Figura 4.* Vista superior e inferior de la Culata. (OTERO, 2017)

**Pistón.** Es un elemento con movimiento rectilíneo alternativo, es decir, hace un recorrido del p.m.s al p.m.i. Además, aumenta y disminuye el volumen interno del cilindro (Rovira de Antonio y Muñoz, 2015, p. 28).

**El cigüeñal.** Es el receptor del impulso de las explosiones de cada cilindro, el impulso hace girar el cigüeñal en los tiempos de escape.

El cigüeñal o eje del motor es impulsado por la explosión de cada cilindro, lo que hace que gire con el volante y gire el cigüeñal en los siguientes tiempos de escape, admisión y compresión. A partir de ahí, gira para transmitir movimiento a través de engranajes o cadenas.

El cigüeñal tiene en su extremo un amortiguador o antivibrador para absorber las vibraciones del cigüeñal; un volante para acumular inercia y ajustar la rotación del cigüeñal; y un piñón para los engranajes de control de sincronización. El cigüeñal gira sobre cojinetes unidos al cárter superior, cuyo número depende de la potencia y calidad del motor (Arias, 1999, pp. 30-31).



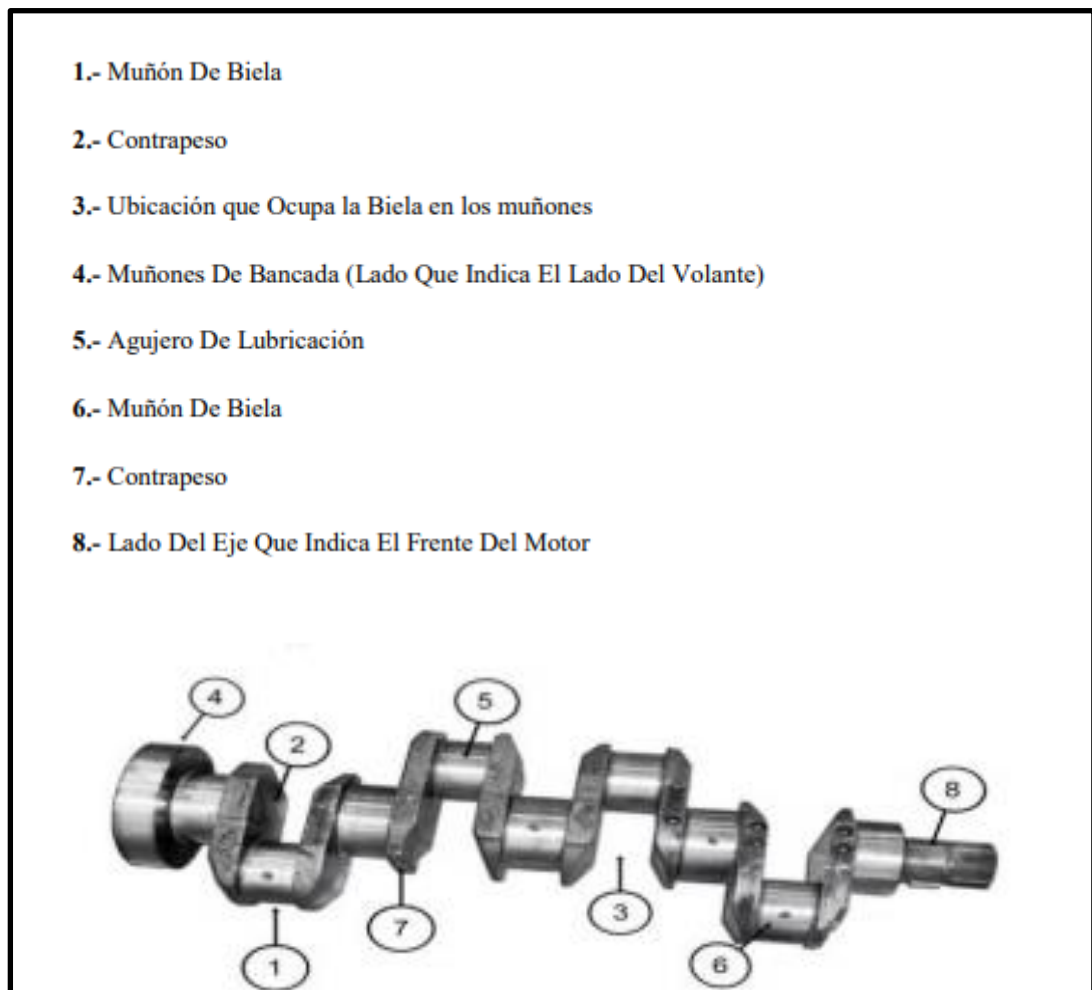


Figura 5. Esquema de las partes del Cigüeñal de un motor a gasolina. (OTERO, 2017)

#### 2.2.4. Sistema de lubricación

Cuando dos superficies metálicas se mueven en contacto una contra otra están sometidas a rozamiento; el rozamiento es mayor cuando menos pulidas estén las superficies y cuanto mayor sea la presión que se ejerce sobre ellas.

El rozamiento consiste en la deformación y el desgarramiento de las crestas que la mecanización, por muy esmerada que haya sido, ha dejado en las superficies. Estas acciones absorben una energía que se transforma en calor. El calor producido dilata las piezas y da lugar a un aumento de presión entre ellas, lo que a su vez se traduce en más rozamiento y más calor (Editorial Ceac, 2003, p. 123).

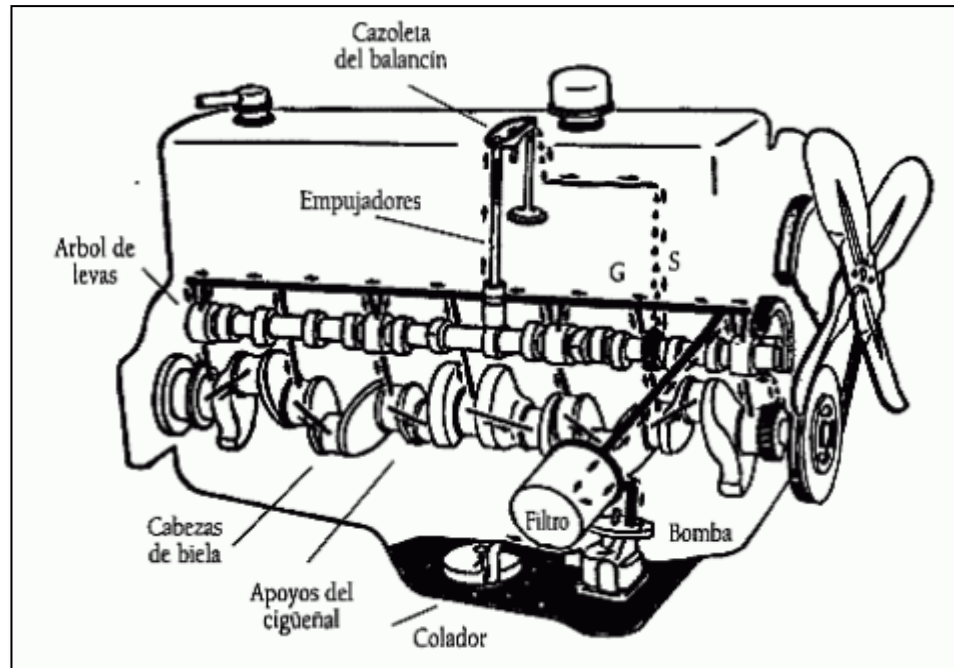


Figura 6. Sistema de lubricación (Arias Paz, 2004)

El sistema de lubricación está compuesto por los siguientes componentes:

**a. Lubricante.** Se llaman lubricante a una serie de sustancia que, interpuestas entre dos superficies metálicas que se frotan mutuamente, disminuyen en gran manera la energía absorbida por rozamiento y desgaste de las piezas. En motores se usa al aceite como elemento de lubricación.

**b. Bomba de aceite**

La bomba de aceite es encargada de generar la presión que hace llegar al lubricante a todos los puntos de engrase, va fijada en la parte inferior del bloque, mediante tornillos, y queda parcialmente sumergida en el aceite del cárter (Editorial Ceac, 2003, p. 123).

**c. Filtro de aceite**

El filtro de aceite es un elemento básico para el buen funcionamiento del motor y tiene un costo tan bajo que recomendamos sustituirlo cada vez que sea necesario reemplazar el aceite lubricante.

Estos filtros se elaboran generalmente con papel de celulosa, algodón y materiales sintéticos mediante un sencillo sistema: el papel se coloca sobre un armazón metálico para que la presión del aceite no lo deforme y éste se enrosca sobre la pieza de soporte en el circuito de lubricación (Editorial Ceac, 2003).

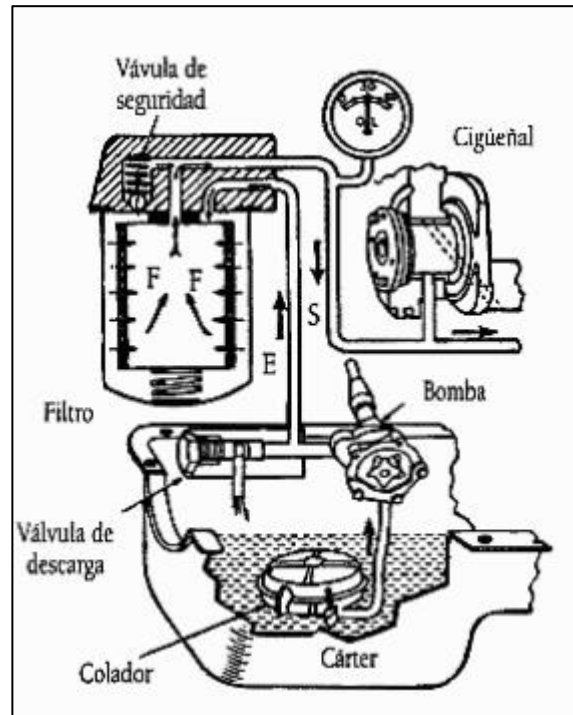


Figura 7. Filtro y bomba de aceite (Arias Paz, 2004)

Una de las características importantes a tener en cuenta en el sistema de lubricación es la viscosidad del aceite.

### ***Viscosidad del aceite***

Es la resistencia o frotamiento entre las moléculas de un líquido al deslizarse entre sí. La viscosidad es variable con la temperatura, de forma que un aceite es más viscoso cuanto más frío está.

Esta característica es muy importante en el aceite y debe ser la adecuada para que cumpla la misión encomendada.

Un aceite poco viscoso ocupa mejor los espacios y las holguras entre las piezas a engrasar, ofrece menor rozamiento para el arranque en frío, pero forma películas que puede llegar a ser más finas que las partículas extrañas que haya entre las superficies (Editorial Ceac, 2003, p. 126).

### **2.2.5 Sistema de refrigeración**

Durante el funcionamiento del motor, la temperatura que se alcanza en el cilindro es muy alta, superando los 2000°C en el momento de la explosión. Esta temperatura es mucho más alta que la temperatura de fusión de los metales utilizados para fabricar motores. Por supuesto, esta temperatura solo dura un tiempo, pero incluso entonces, si la mayor parte del calor no se descarga a través del sistema de refrigeración, la temperatura media alcanzada hará que el material se expanda y se ablande, lo que puede provocar que la pieza de trabajo se atasque después de unos minutos de funcionamiento (Editorial Ceac, 2003, p. 142).

#### **a. Refrigeración por líquido**

Es un sistema universal utilizado en los automóviles de hoy. En este sistema, el cilindro y el bloque de cilindros constituyen una carcasa y el refrigerante circula por la carcasa. El refrigerante también circula en la culata a través de orificios (cámaras de líquido) previstos para este propósito.

El refrigerante se distribuye uniformemente alrededor de la cámara de combustión y el cilindro y este se calienta. El líquido calentado cuando entra en contacto con la pared se dirige al radiador, donde libera su calor al aire circundante y luego regresa al bloque de cilindros. El líquido tiene una alta capacidad calorífica, a veces más grande que el aire. Por lo tanto, el volumen de la cámara de líquido, la velocidad de circulación del cilindro y el líquido deben ayudar a evitar que el agua alcance el punto de ebullición (Editorial Ceac, 2003, p. 144).

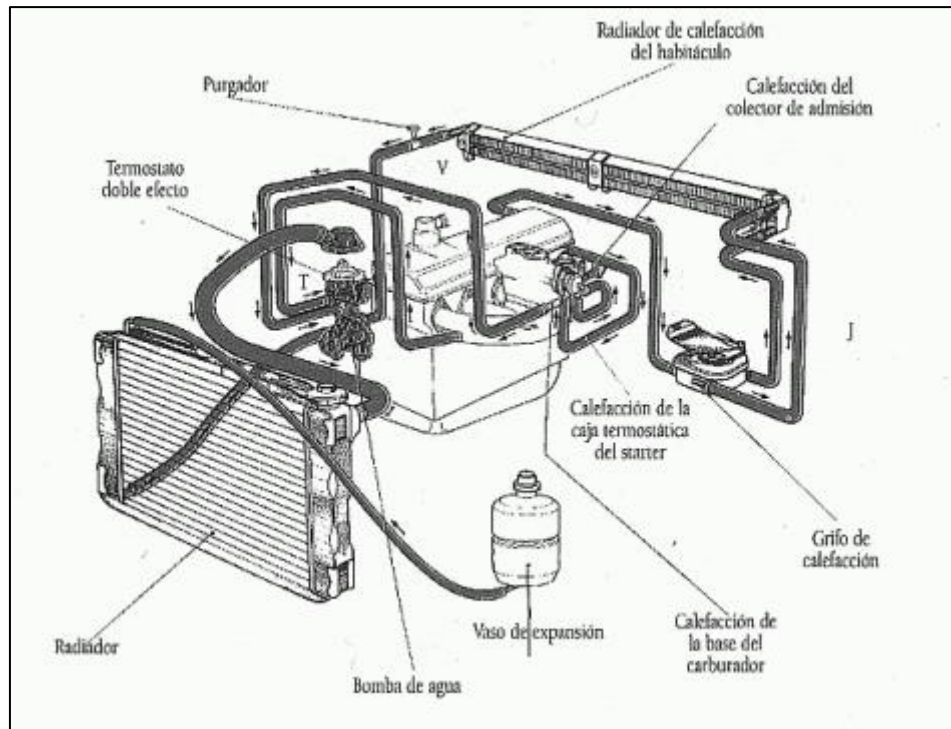


Figura 8. Sistema de Refrigeración (Arias Paz, 2004)

### b. Bomba de agua

Las bombas de agua estaban hechas originalmente de hierro, aunque en la mayoría de los vehículos más recientes, generalmente están hechas de aluminio fundido (como los motores). Consisten en una hélice conectada a una polea a través de un eje de cojinete, que generalmente es accionado por una correa de distribución, aunque en algunos modelos se pueden encontrar bombas hidráulicas controladas por accesorios o correas de mantenimiento (Editorial Ceac, 2003, p. 149).

### c. Refrigeración por radiador

Es un intercambiador de calor líquido-aire, cuya misión es enfriar el líquido de refrigeración después de su paso por el motor. Su funcionamiento está basado en hacer pasar el líquido por unos tubos de poca sección rodeados de aletas, exponiendo la parte externa con una corriente de aire.

Tanto los tubos como las aletas están contruidos con materiales de alta conductividad térmica, como son el cobre, el latón y el aluminio (Editorial Ceac, 2003, p. 150).

#### d. Termostato

El termostato es un sensor mecánico que tiene por función regular el paso del agua al radiador para mantener el flujo de agua entre los 60 y 70°C (Arias, 2004, p. 218).

#### 2.2.6. Sistema de distribución

Como es sabido, la duración de las distintas fases del ciclo de un motor depende de los tiempos de apertura y cierre de las válvulas, que a su vez están determinados por el diagrama de la distribución, el cual viene impuesto por el diseño del árbol de levas, en base a conseguir el mejor rendimiento posible del motor (Manuel Alonso, 1997, p. 26).

Este sistema tiene por función regular la entrada y salida de gases al cilindro.

Los elementos que constituyen la distribución son los siguientes: Válvulas, árbol de levas, empujadores, balancines, engranajes, eje de balancín y el muelle de las válvulas (Arias, 2004, p. 127).

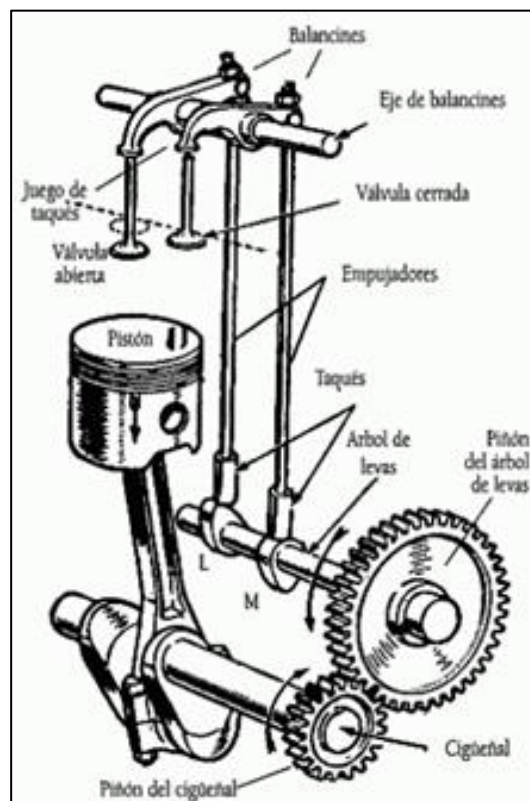


Figura 9. Sistema de Distribución (Arias Paz, 2004)

**CAPÍTULO III**  
**DESARROLLO DEL TRABAJO**

### **3.1 Finalidad**

Se construye el presente módulo de instrucción con la finalidad de aportar a la mejora del proceso de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes del Programa de Estudios de Mantenimiento de Maquinaria del IESTPFFAA.

Este módulo didáctico de motor Otto seccionado será de mucha utilidad porque con ello se apreciará el trabajo que realizan los diferentes mecanismos internos del motor cuando éste entra en funcionamiento. De esta forma los docentes tendrán una herramienta esencial para poder transferir sus conocimientos a los estudiantes que se encuentran con muchos deseos por aprender.

### **3.2 Propósito**

Con la elaboración de este módulo de instrucción, la carrera de Mantenimiento de Maquinaria podrá brindar al campo automotor profesionales mejor capacitados y se logrará destacar la imagen del instituto de IESTPFFAA, por ende, seremos mejor vistos en el mercado laboral. El instituto contará con material didáctico e interesante para exponer a nivel de instituciones y ferias; asimismo realizará convenios con empresas e instituciones que ayuden a brindar oportunidades para los estudiantes de la carrera de Mantenimiento de Maquinaria.

### **3.3 Componentes**

El módulo de instrucción de funcionamiento de los sistemas de un motor de combustión interna Otto tiene por componentes: un motor de Toyota 2NZ VVTI seccionado, una estructura metálica de soporte y un mecanismo de volante con manija que sustituye a la volante de la cremallera del motor.

El trabajo busca mejorar la apreciación del motor y sus sistemas que los conforman para que la enseñanza y aprendizaje sea más efectiva.

Con este resultado se observará una simulación didáctica del sistema de lubricación y refrigeración. En el sistema de lubricación se visualizará que las piezas móviles estén bien lubricadas. Se puede observar la función del sistema de refrigeración, la cual es conseguir una reducción de temperatura en el motor. En el sistema de distribución se podrá apreciar el



ingreso y salida del combustible, en esta sección es vital para la explosión del combustible y posterior funcionamiento del motor.



*Figura 10. Vista de componentes*

### **3.4 Actividades**

#### **1ERA ETAPA: ADQUISICIÓN DE MATERIALES**

Para la adquisición de materiales y la posterior construcción del módulo de instrucción se han realizado una serie de actividades que a continuación detallamos:

- Comprar del motor Toyota 2NZ-FE.
- Contar con un ambiente adecuado como es el taller del IESTPFFAA.
- Usar implementos de seguridad para realizar la limpieza del motor.
- Drenar el aceite del cárter del motor.
- Retirar la tapa de los ejes de levas y el eje de levas para proceder a retirar la culata.



*Figura 11.* Retirada de eje de levas.

- Aflojar los pernos de ajuste de la culata en sentido correcto desde los extremos al centro o también en forma de X o en espiral.
- Retirar los pernos y levantar suavemente la culata.
- Desmontar la culata del motor.
- Retirar el empaque de la cara de la culata y el monoblock, luego cubrir el monoblock con una tela limpia para evitar el ingreso de partículas que puedan dañar a los cilindros.
- Retirar el cárter desmontando el colador de aceite y bomba de aceite.
- Desajustar las tuercas de los tornillos de la cabeza de biela utilizando una llave dado de 12 m.m.



*Figura 12.* Desajuste de los tornillos de la biela.

- Empujar el conjunto de biela y pistón para extraerlo por la parte superior del bloque, evitando las ralladuras de los cilindros y los muñones del cigüeñal.



*Figura 13.* Extracción de los pistones.

- Retirar los seguros que sujetan al platillo de sujeción del resorte en las válvulas con un compresor de resortes.
- Extraemos los retenes de válvulas.
- Extraer las válvulas.
- Limpiar la culata utilizando una escobilla de metal, gasolina y petróleo para quitar los residuos de aceite o carbonilla.
- Verificar las válvulas, guías de válvulas y retenes.
- Lavar el motor externamente con soda cáustica.
- Lavar las piezas internas del motor con gasolina y thinner.

## **2DA ETAPA: SECCIONAMIENTO DEL MOTOR**

- Habilitar una mesa que reúna las características de aspereza en la superficie de su tablero para evitar que el bloque se deslice mientras se realiza el corte.
- Trazar el bloque del motor utilizando un corrector, las líneas deben estar bien definidas para evitar desvíos del disco de corte.
- Utilizar los EPPs en todo momento mientras se realiza el proceso de corte.
- Guiar la amoladora de tal manera que el corte sea uniforme y evitar desbastar mucho los filos del corte.



*Figura 14. Seccionado del motor.*

- Cortar las siguientes líneas paralelas hasta llegar a la parte más baja del trazado.
- Cortar solo la placa externa, en la segunda etapa del corte recién se cortará la pared del cilindro, esto para evitar accidentes
- Con una palanca apoyar la finalización del corte ya que el disco de corte no logra cortar toda la parte a extraer.
- Realizar la prueba de corte de la pared del cilindro para determinar si se puede cortar con el mismo disco o será necesario comprar uno de mayor diámetro.
- Repetir la misma acción para cortar las placas externas de todos los cilindros.
- Cortar la pared del cilindro guiándose con el corte de la pared externa del bloque.
- Repetir la misma acción para todos los cilindros.
- Trazar la parte baja del bloque para realizar el corte y mostrar el cigüeñal y el trabajo de las bielas.
- Cortar la parte baja del bloque siempre empleando todas las medidas de seguridad y el respectivo EPP.
- Se realizó el proceso de rectificado en la fresadora de los cortes amolados para uniformizar los cortes



*Figura 15.* Rectificado del motor en la fresa.

### **3RA ETAPA: ARMADO DEL MOTOR EN PARTES**

- Se coloca en una mesa estable el motor fresado para posteriormente armar las partes.



*Figura 16.* Montaje de las partes seccionadas del motor.

- Cambiar las válvulas y retenes por otros nuevos.
- Colocar las válvulas limpias y lubricadas en sus respectivas guías.





*Figura 17.* Montaje de las válvulas y las guías.

- Instalar los resortes de las válvulas, con la parte más juntas hacia la base de la culata.
- Instalar los retenes de aceite y los platinos de válvula.
- Colocar los seguros de las válvulas, comprimiendo los resortes con el compresor.
- Cambiar la junta de empaque por nuevo.
- Montar los cojinetes de bancada, son nuevas.
- Untar aceite en el cojinete de bancadas.



*Figura 18.* Lubricando las bancadas del cigüeñal.

- Montar el cigüeñal.
- Colocar las bancadas según el respectivo orden.



*Figura 19.* Colocar las bancadas en el cigüeñal.

- Hacer girar el cigüeñal para comprobar su giro libre.
- Untar aceite al cilindro.
- Con mucho cuidado y golpeando con el martillo de bakelita introducir el pistón en el cilindro.
- Guiar la biela para evitar la ralladura del muñón del cigüeñal.
- Ajustar las tuercas de la biela utilizando el torquímetro.
- Girar el cigüeñal para ver si con el pistón puesto gira libremente.
- Repetir la misma acción para todos los cilindros.
- Colocar los retenes de aceite delantero y posterior, ajustar sus bases con llave de 10mm.

- Colocar el colador de aceite con su respectivo empaque y un poco de silicona.
- Ajustar la tuerca del colador con la llave de 10 m.m.
- Colocar la bomba de aceite, verificando que este cargada de aceite.
- Ajustar la culata con el torquímetro y de acuerdo al procedimiento establecido utilizando la llave de 17 m.m.
- Ajustamos los pernos de la culata de manera uniforme.
- Colocar los ejes de levas de admisión y escape.



*Figura 20. Montaje del eje de levas.*

- Sincronizar el motor (Colocar rieles y templador de cadena de distribución) y luego colocar la cadena de distribución.





*Figura 21.* Montaje de cadena de distribución

#### **4TA ETAPA: PINTADO DE PARTES DEL MOTOR**

Para la etapa de pintado se realizó las siguientes actividades:

- Se procede a desmontar la cadena de distribución, culata y el block.
- Se procede a limpiar el block y culata seccionada para el posterior pintado.
- El block del motor se pintó de color turquesa.
- Se pintó la culata del motor de color rojo.
- Se pintó el Carter color amarillo.
- Se pintó la tapa de la culata del motor color amarillo.



*Figura 22.* Pintado de la tapa de culata.

- Finalmente se visualiza el total de las partes pintadas.



*Figura 23. Vista de las partes del motor pintadas*

## **5TA ETAPA: CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA**

- Realizar mediciones y trazos a los perfiles tubulares cuadrados de 1 ½" x 1/16".
- Cortar los tubos cuadrados de 1 ½ " x 1/16" con amoladora.



*Figura 24. Desbaste de rebaba de la soldadura*

- Cortar dos planchas de 5x10cm x 1/8" de espesor para soporte del motor.
- Realizar el trazado en las planchas donde se realizarán los agujeros para los pernos.
- Soldar con electrodo E6011 y E6018 los perfiles estructurales cuadrados cortados.
- Comprobar con una escuadra la simetría de los tubos soldados.
- Unir con soldadura las planchas de soporte al tubo de la estructura.
- Asegurar las uniones con soldadura definitiva.
- Unir con soldadura las planchas y el soporte de motor.
- Con la piedra de desbaste limar las asperezas que dejó la soldadura.

- Con pintura anticorrosiva pintar la estructura del módulo.
- Se pintó la estructura del módulo con pintura base al aceite.



*Figura 25.* Pintado de la estructura base

#### **6TA ETAPA: ENSAMBLE FINAL**

- Colocar el empaque del cárter untando silicona para hermetizar la unión.
- Montar el cárter en el bloque.
- Se colocó las poleas de sincronización.
- Verificar la sincronización del motor y se colocó la cadena de sincronización.
- Colocar el volante al dámper para girar el cigüeñal.



*Figura 26.* Montaje del motor en la estructura

### 3.5 Limitaciones

Las limitaciones fueron diversas, considerando los terribles acontecimientos nacionales e internacionales que influyen o impactan en casi todas las actividades sociales, económicas y académicas. Según las limitaciones propias de la investigación y las que provienen de los rasgos y capacidades de los investigadores son las más importantes, las cuales se mencionan a continuación:

- Costo elevado del motor, siendo que en el mercado no es accesible encontrar el modelo con el cual trabajamos.
- Desgaste rápido de los discos de corte, porque el bloque es un material muy duro siendo que es de hierro fundido.
- Falta de equipos y herramientas en la especialidad que faciliten el trabajo en la ejecución del proyecto.
- Trabajo colectivo con el equipo investigador por las cuarentenas y restricciones en el transporte público.
- Trabajo colectivo para desarrollar métodos de investigación por falta de hábito de lectura y escasa práctica durante la formación Académica.

## **CAPÍTULO IV**

## **RESULTADOS**

## **RESULTADOS**

Son satisfactorios según lo planificado; ya que se logró construir un módulo didáctico que será de mucha utilidad para los estudiantes que cursan el II semestre del Programa de Estudios de Mantenimiento de Maquinaria ya que en ese semestre se estudia el curso “Motores de combustión interna”.

Se ha contribuido con las expectativas de los estudiantes y docentes del Programa de Estudios de Mantenimiento de Maquinaria del IESTPFFAA, asimismo tuvo la expectativa de otras instituciones como la UNI, Ministerio de Defensa, NTM Perú SAC en las oportunidades que nos visitaron interesados al observar la presentación de las partes seccionada claramente, y el acabado con diversos colores presentando un impacto su apreciación. Los docentes de la carrera de Mantenimiento de Maquinaria mostraron interés y consideran que sería necesario que el módulo de instrucción permanezca en la institución para contribuir con el desarrollo de la enseñanza didáctica dirigido hacia los estudiantes. A nivel de equipo se ha puesto en manifiesto la identificación y el interés por demostrar las potencialidades de cada uno de los integrantes. Afianzándose el aspecto humano del trabajo en equipo.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## CONCLUSIONES

Las conclusiones se presentan considerando los resultados obtenidos en el presente trabajo de aplicación:

- a) Se logró diseñar y construir un módulo de instrucción de funcionamiento de los sistemas de motor de combustión interna Otto, de acuerdo a las expectativas que se buscaba con los objetivos de este trabajo.
- b) Se realizó el modulo considerando las cualidades que se debe presentar en el funcionamiento de los sistemas de motor de combustión interna Otto de acuerdo a la temática de la enseñanza en el curso de motores en el Programa de Estudios de Mantenimiento de Maquinaria.
- c) Es importante señalar que en la comprobación de este módulo de instrucción se verifico la sincronización del motor y luego se procedió a girar el damper para comprobar que este gire libremente. Este procedimiento también se puede visualizar en la apertura y cierre de las válvulas.
- d) En esta práctica de observación y estudio de las diferentes partes del motor Otto nos lleva a la conclusión que el estudiante está en la capacidad de reconocer cualquier elemento que se encuentre en funcionamiento de los sistemas de motor de combustión interna Otto.
- e) Se demostró su operatividad del módulo del funcionamiento del módulo de instrucción de un motor de combustión interna Otto para el Programa de Estudios de Mantenimiento de Maquinaria en el IESTPPFFAA
- f) Cabe resaltar que para la construcción de módulo de instrucción se aprovechó la disponibilidad de usar las maquinas herramientas del taller de manufactura de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la UNI debido a que se tuvo las facilidades de realizar las prácticas pre profesionales como parte de la formación en el Programa de Estudios de Mantenimiento de Maquinaria del IETSPFFAA.



## RECOMENDACIONES

A continuación, se presentan algunas recomendaciones considerando los resultados obtenidos, así como de la experiencia obtenida en el campo industrial y apreciación de los investigadores:

- a) Se recomienda a futuro implementar el seccionado de una caja de transmisión y el sistema de enfriamiento para una comprensión más completa del funcionamiento de un motor de combustión interna Otto.
- b) Se recomienda digitalizar los bosquejos elaborados a mano alzada por si sucede algún inconveniente con ellos.
- c) Se recomienda contar un taller alternativo como método de prevención por si las maquinas herramientas destinadas para el proceso de manufactura no se encuentran disponibles, esto ya que estas máquinas tienen una gran demanda.
- d) Al momento de la manipulación del módulo, se debe tener en cuenta ciertas normas de seguridad del taller y usar siempre el EPP.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arbulu Vergara, J. A., y García Rivas, G. A. (2018) *Modelado y simulación de un motor gasolinero Suzuki m16a mediante el uso de una interfaz gráfico del usuario en el taller de ciencias térmicas de la USS-Chiclayo- Perú- Tesis en mecánica automotriz*. [Tesis de pregrado en Ingeniería Mecánica Eléctrica, Universidad Señor de Sipán]. Repositorio de la Universidad Señor de Sipán. <http://repositorio.uss.edu.pe/handle/uss/4868>
- Arcos Valencia C., y Gallegos Toasa M, (2014), “*Implementación de un banco didáctico para el análisis térmico y flujométrico de un motor v6 para la escuela de ingeniería automotriz*” [Tesis de pregrado Escuela de Ingeniería Automotriz, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4005>
- Arias Paz, M. (1999). *Manual de automóviles*. Editorial McGraw-Hil
- Armas Ramos, P., Chuquipoma Huingo, L. & Quiliche Chatilan, J. (2018), “*Diseño de un módulo giratorio de motor de dos tiempos para exhibición de su estructura mecánica en laboratorio de la Ucv-Chiclayo*” [Tesis de pregrado Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio de la Universidad Cesar Vallejo. [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/28921/B\\_Quiliche\\_CJ-Armas\\_RPL-Chuquipoma\\_HLH.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/28921/B_Quiliche_CJ-Armas_RPL-Chuquipoma_HLH.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Barros Bermeo, H. y Moran Castro, D. (2014), “*Reparación de un motor de combustión interna 1.3 fire*” [Tesina de pregrado Mecánica Automotriz Escuela Superior Politécnica del Litoral]. Repositorio de la Escuela Superior Politécnica del Litoral. <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/29503/1/Tesina%20de%20Graduacion%20-%20PROTMEC.pdf>
- Bastidas López, M. C., y Romero Romero, S. N. (2018). *Diseño de un banco didáctico para pruebas de un motor a combustión interna*. [Tesis de pregrado Ingeniería Mecánica, Fundación Universidad de América]. <http://hdl.handle.net/20.500.11839/6641>

Brunetti, F. (2018). *Motores de Combustão Interna-Vol. I*. Editora Blucher.

Grupo Editorial Ceac (2003), *Manual Ceac del automóvil* -Barcelona España.

Morales, M. Y. R., Guzmán, A. H., & No, P. T. (2014). Caracterización de un motor de *combustión interna con dos tipos de combustible*. Instituto Mexicano del Transporte, 13.

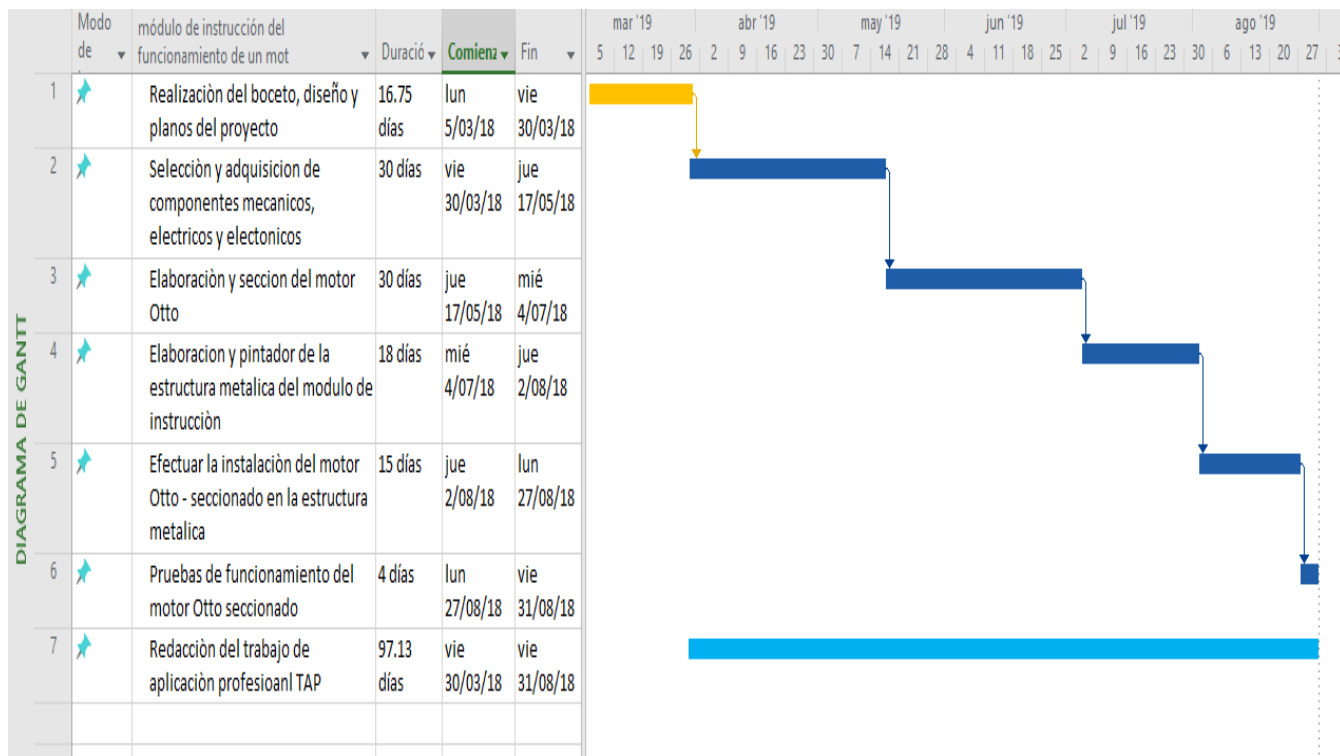
Manuel A. (1997). *Tecnologías avanzadas del automóvil*, Paraninfo. Madrid.

Rovira de Antonio, J y Muñoz, M. (2015). *Motores de Combustión Interna*. Editorial UNED. Madrid.

Salazar Granja, M. A. (2016). *Implementación de un motor de combustión interna, ciclo otto de cuatro cilindros y 1600 cm<sup>3</sup>, en un banco didáctico para simulación de pruebas*. [Tesis de pregrado en Electromecánica Automotriz, Universidad San Francisco de Quito]. Repositorio de la Universidad San Francisco de Quito. <https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/6108>

## **APÉNDICE**

### Apéndice A: Cronograma de Actividades



### Apéndice B: Cronograma de Presupuesto

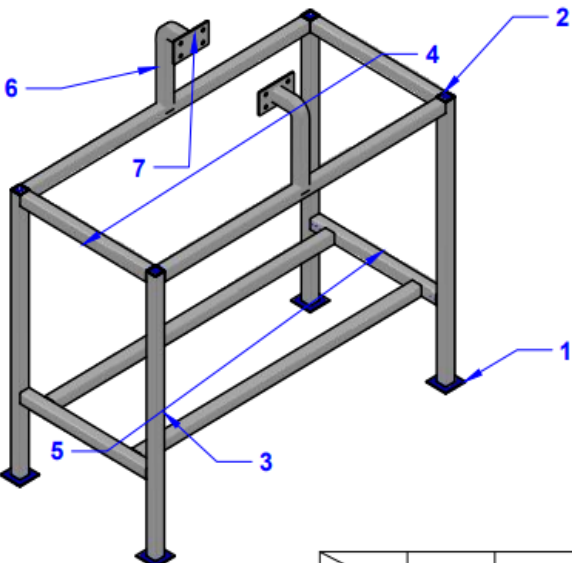
N°	DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	CANT.	PRECIO UNID.	PRECIO TOTAL
1	Motor Otto – Marca Toyota modelos 2NZ	1 unidad	S/700.00	S/700.00
2	Perfil rectangular 2" x 1,5" x 1.5	2 unidades	S/70.00	S/140.00
3	Ángulo 1/4" x 1/4" x 1/8"	2 unidades	S/15.00	S/30.00
4	Pernos hexagonal Acero 1040 1/2 x 2"	10 unidades	S/2.50	S/25.00
5	Ruedas de Goma 2" x 2"	4 unidades	S/20.00	S/80.00
6	Soldadura E-6011 – 1/8"	1Kg	S/ 13.00	S/13.00
7	Disco de corte 4 ½"	2 unidades	S/ 8.00	S/16.00
8	Broca Hss 1/2 "	1 unidad	S/5.00	S/5.00
9	Gastos adicionales	-	S/450.00	S/450.00
<b>TOTAL</b>				<b>1,479.00</b>

**Apéndice C: Check List de Mantenimiento.**

 <p><b>IESTPFFAA</b></p>	<b>LISTA DE MANTENIMIENTO</b>				CODIGO:	001
	Módulo de Instrucción del Funcionamiento de un Motor de Combustión Interna Otto				VERSION:	2021
					FECHA:	
<p>Marque según corresponda el estado de la máquina</p>	C=si es conforme		NC= No conforme		NA= no aplica	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>Lubricado</b>	<b>Limpio</b>	<b>Calibrado</b>	<b>Buen Estado</b>	<b>OBSERVACIONES</b>	
Carter	C	C	C	C	-	
Cilindros	C	C	C	C	-	
Balancines	C	C	C	C	-	
Pistones	C	C	C	C	-	
Cigüeñal	C	C	C	C	-	
Eje de Levas	C	C	C	C	-	
Cadena de distribución	C	C	C	C	-	
Pintura	C	C	C	C	-	
Estructura	C	C	C	C	-	

VERIFICADO POR: \_\_\_\_\_ FIRMA: \_\_\_\_\_.


Apéndice D: Esquema del diseño de la estructura del montaje del motor



Nº	Descripción	Cantidad
1	Placha cuadrada de 4" x 4" x 1/4 ASTM A36	04
2	Placha cuadrada de 2" x 2" x 2m.m. ASTM A36	04
3	Parante principal - perfil cuadrado 2" x 2" X 2m.m (120 cm = Largo) ASTM-A513	04
4	Marco superior - perfil cuadrado 2" x 2" x 2 (150 cm x 700 cm) LAF ASTM A513	04
5	Marco inferior - perfil cuadrado 2" x 2" x 2 (150 cm x 650 cm) LAF ASTM A513	04
6	Soporte de motor - perfil cuadrado 2" x 2" x 2 (45 cm x 25 cm) LAF ASTM A513	02
7	Plancha porta motor Otto de 8" x 5" x 3/8" - ASTM A36	02

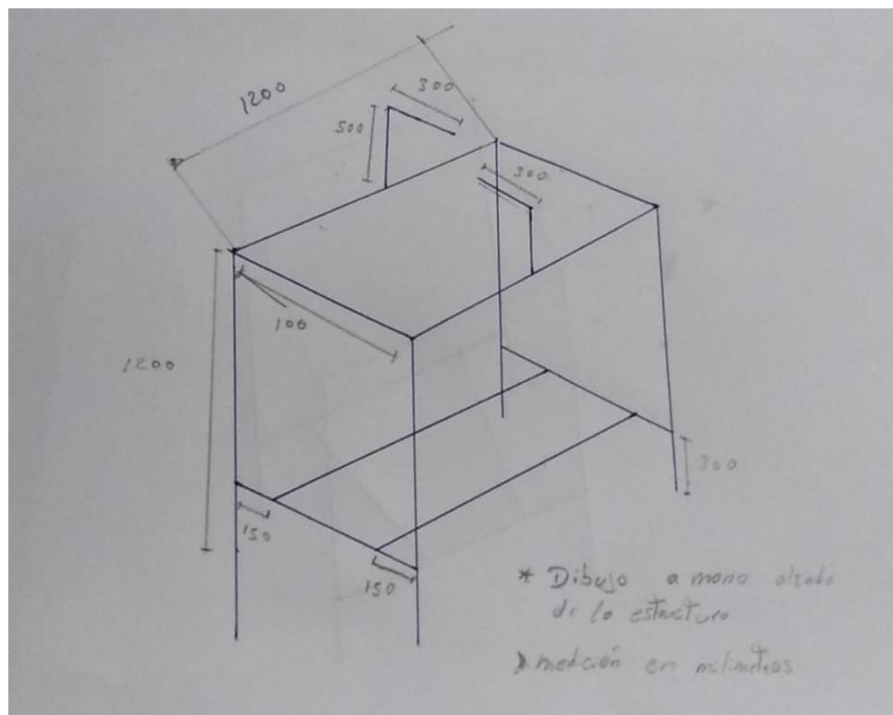
	FECHA	NOMBRE	FIRMA
Dibujado	12/04/21	Molina	
Revisado	14/04/21	Gerundas	
Aprobado	14/04/21	Gerundas	

**INSTITUTO DE EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICO PÚBLICO "DE LAS FUERZAS ARMADAS"**



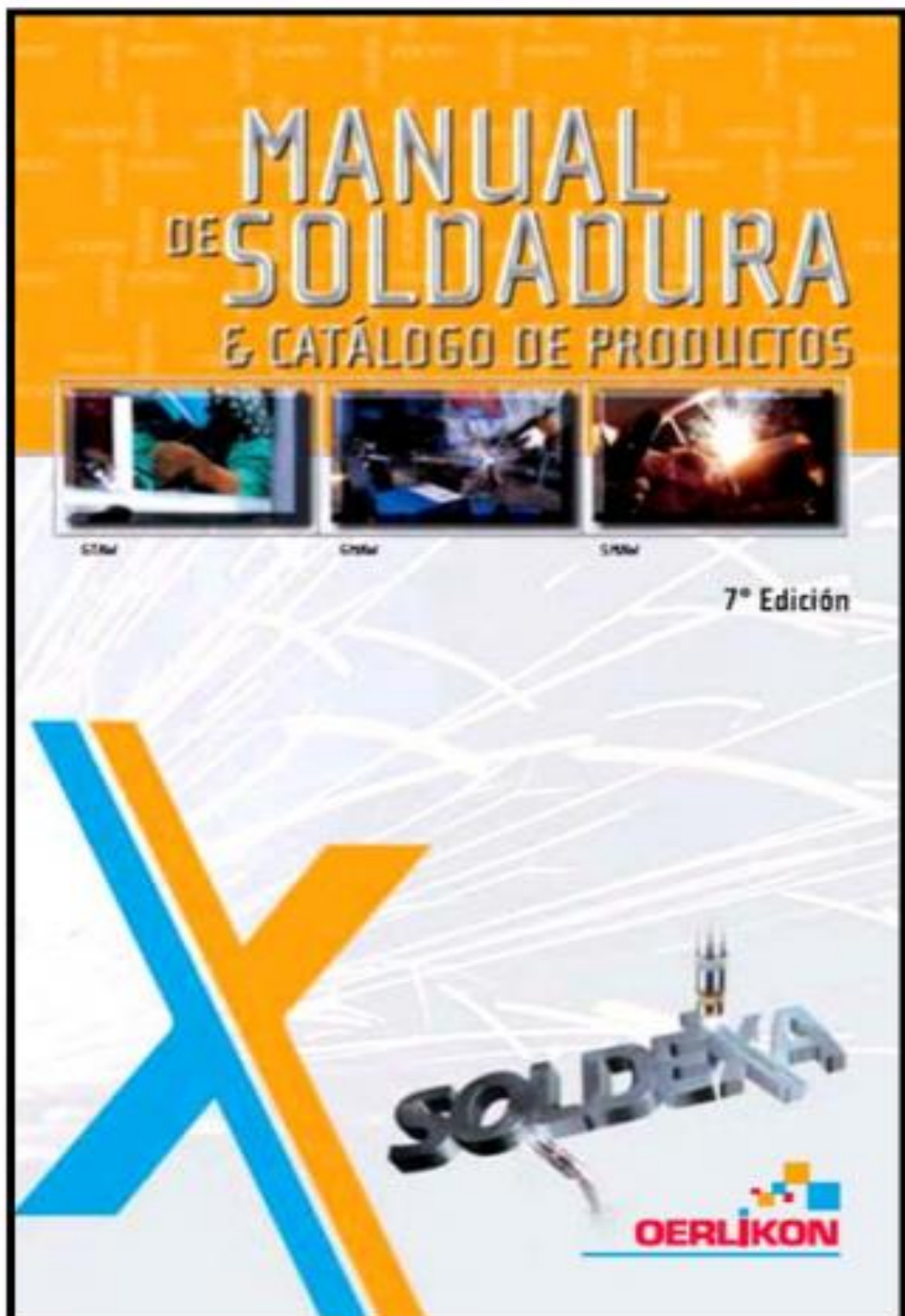
Carrera Profesional: Mantenimiento de Maquinaria  
 Título: Mesa de acero ASTM A513  
 Plano Mecánico: N°1

Esquema del Diseño de la estructura del montaje del motor





## Apéndice E: Manual de Soldadura



[https://www.soldexa.com.pe/soldexa/sp/support/documentation/upload/catalogo\\_productos\\_soldaduras\\_2016.pdf](https://www.soldexa.com.pe/soldexa/sp/support/documentation/upload/catalogo_productos_soldaduras_2016.pdf)

Apéndice F: Catálogo de Productos Aceros Arequipa



<file:///C:/Users/user/Downloads/Catalogoproductosacerosarequipa.pdf>