



Universidad  
Tecnológica  
de Pereira

**IDENTIFICACIÓN DE ESTRATÉGIAS PARA EL DESARROLLO  
TECNOLÓGICO EN LOS PROCESOS DE RECTIFICACIÓN DE PARTES  
MECÁNICAS EN LA RECTIFICADORA DE MOTORES LA NACIONAL**

Andrés Méndez Meza

Universidad Tecnológica de Pereira  
Facultad de Ingeniería Mecánica  
Pereira, Colombia

2023

**IDENTIFICACIÓN DE ESTRATÉGIAS PARA EL DESARROLLO  
TECNOLÓGICO EN LOS PROCESOS DE RECTIFICACIÓN DE PARTES  
MECÁNICAS EN LA RECTIFICADORA DE MOTORES LA NACIONAL**

Andrés Méndez Meza

Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el título de  
Ingeniero Mecánico

Director:

Juan Camilo Zapata Mina

Universidad Tecnológica de Pereira  
Facultad de Ingeniería Mecánica  
Pereira, Colombia

## **Ficha Bibliográfica**

---

**Andrés Méndez Meza**

**IDENTIFICACIÓN DE ESTRATÉGIAS PARA EL DESARROLLO TECNOLÓGICO  
EN LOS PROCESOS DE RECTIFICACIÓN DE PARTES MECÁNICAS EN LA  
RECTIFICADORA DE MOTORES LA NACIONAL**

Trabajo de Grado, Modalidad Práctica en Extensión – Universidad Tecnológica de Pereira.  
Programa de Ingeniería Mecánica

Palabras clave: Ingeniería Mecánica, Rectificación, Máquinas de Combustión Interna,  
Identificación, Caracterización, Propuestas de Alternativas, Evaluación,

Marzo 2023

---

## **Agradecimientos**

Se agradece principalmente a todos los docentes de Ingeniería Mecánica que han aportado su conocimiento a cada estudiante de la Universidad Tecnológica de Pereira, también se agradece a todos los compañeros de estudio durante la carrera y en general a todos los que forman parte de la Facultad de Ingeniería Mecánica.

Hago extensos mis agradecimientos a la empresa Rectificadora de Motores La Nacional, por permitirme aprender y profundizar más en el área de Máquinas de Combustión Interna.

## **Resumen**

El presente informe muestra la experiencia adquirida por el estudiante durante los seis meses que duró la práctica en la empresa Rectificadora de motores La Nacional, se describen los procesos de mecanizado para tres áreas diferentes (Culatas, Bielas y Bancada), se proponen tres diferentes alternativas de mejora para los procesos y se escoge una para describir el proceso de diseño y fabricación

## **Abstract**

This report shows the experience acquired by the student during the six months that the practice lasted in Rectificadora de motores La Nacional, the machining processes for three different areas are described (Butt, Connecting Rod and Bench) three different alternatives are proposed. for processes and one is chosen to describe the design and manufacturing process.

## 1. Contenido

Resumen.....	1
Abstract.....	2
Índice de Figuras.....	3
1. Introducción.....	4
2. Identificación de las diferentes áreas de trabajo.....	5
3. Caracterización de los procesos de mecanizado en las áreas de Culatas, Bielas y Bancada.....	6
4. Propuestas de estrategia de mejora en los procesos de mecanizado.....	7
5. Evaluación de las estrategias desde una perspectiva técnica y económica.....	8
6. Proceso de elaboración de la pieza propuesta.....	9
7. Referencias Bibliográficas.....	10
8. Conclusiones.....	11

## Índice de Figuras

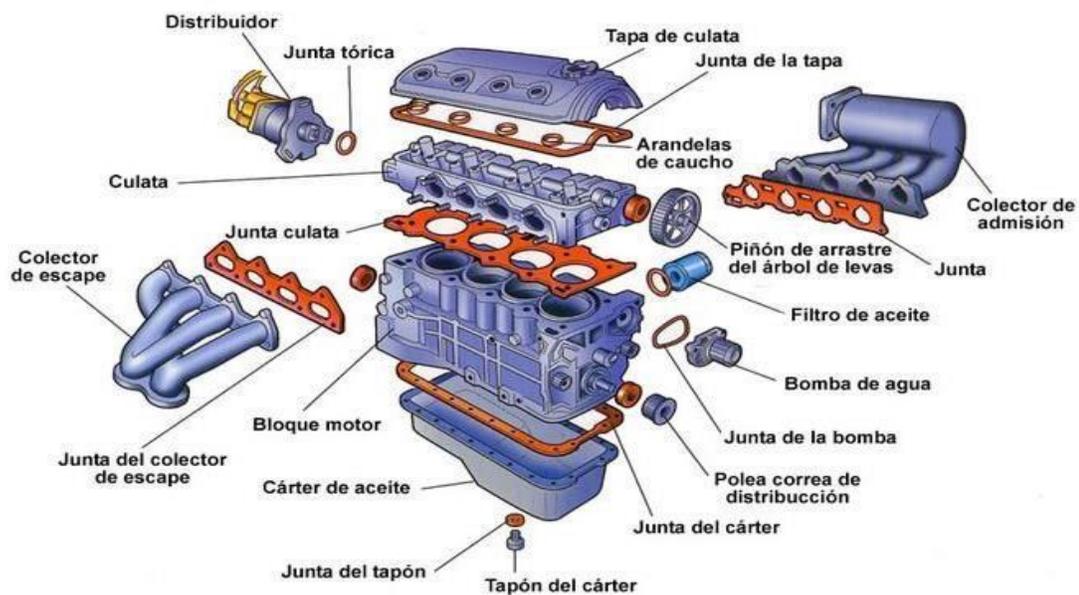
<b>Fig.1.</b> Partes externas de un MCI de 4 cilindros.....	1
<b>Fig.2.</b> Partes internas motor 4 cilindros.....	2
<b>Fig.3.</b> Plano primer y segundo piso Rectificadora de motores La Nacional.....	3
<b>Fig.4.</b> Ingreso de un motor Convencional de 4 cilindros.....	4
<b>Fig.5.</b> A)Culata armada, <b>B)</b> partes para guardar.....	5
<b>Fig.6.</b> A) Pruebas Hidrostáticas, <b>B)</b> Cepillado de Culatas.....	6
<b>Fig.7.</b> A) Cambiadora de Guías, <b>B)</b> Cambiadora de Asientos.....	7
<b>Fig.8.</b> A) Rectificadora de Asientos, <b>B)</b> Rectificadora de Válvulas.....	8
<b>Fig.9.</b> A) Armadora de Culatas <b>B)</b> Asentadora de Culatas <b>C)</b> Herramienta.....	9
<b>Fig.10.</b> A) Reemplazo de Bujes de Biela, <b>B)</b> Ajuste Torque de Biela.....	10
<b>Fig.11.</b> A) Medición Buje de Biela, <b>B)</b> Medición círculo de Biela.....	11
<b>Fig. 12.</b> A) Rimado de Biela <b>B)</b> Circulación de Biela.....	12
<b>Fig.13.</b> A) Comparador para aumentar corte, <b>B)</b> Bielas Adaptadas al Cigüeñal.....	13
<b>Fig.14.</b> A) Medida círculo de Bancada <b>B)</b> Medida bancada de cigüeñal.....	14
<b>Fig.15.</b> A) Encasquetado de bloque, <b>B)</b> Torqueado de bloque.....	15
<b>Fig.16.</b> A) Prueba de giro, <b>B)</b> Prueba axial.....	16
<b>Fig.17.</b> A) y <b>B)</b> Indicador de calibre plástico Plastigage.....	17
<b>Fig.18.</b> A) Apertura manual con lima <b>B)</b> Apertura con Bruñidor Automatizado.....	18
<b>Fig.19.</b> Apertura con Bruñidor.....	19
<b>Fig.20.</b> Máquina 6 Alineadora de Bancada (Bloques y Culatas) .....	20
<b>Fig.21.</b> A) Máquina 7 Alineadora de Bancada (Culatas), <b>B)</b> Control de velocidad y avance de la barra.....	21
<b>Fig.22.</b> A) Cierre manual con piedra suelta, <b>B)</b> Cierre con piedra automatizada.....	22
<b>Fig.23.</b> A) y <b>B)</b> Proceso de Cambio de Bujes de leva.....	23
<b>Fig.24.</b> Máquina 6 que será modificada.....	24
<b>Fig.25.</b> A) Vista lateral Soporte, <b>B)</b> Vista Frontal Soporte, <b>C)</b> Buje, <b>D)</b> Luneta.....	25
<b>Fig.26.</b> Propuesta Soporte.....	26
<b>Fig.27.</b> Propuesta Bujes y Luneta.....	27
<b>Fig.28.</b> Modelo 3D del Soporte para una barra de 40mm de diámetro.....	28

<b>Fig.29. A) Vista frontal del Soporte, B) Vista lateral del Soporte.....</b>	<b>29</b>
<b>Fig.30. A) Vista frontal Soporte, B) Vista lateral Soporte.....</b>	<b>30</b>
<b>Fig.31. A) Soportes instalados, B) Comparación antes y después.....</b>	<b>31</b>

# 1. Introducción

## 1.1 Contextualización del problema

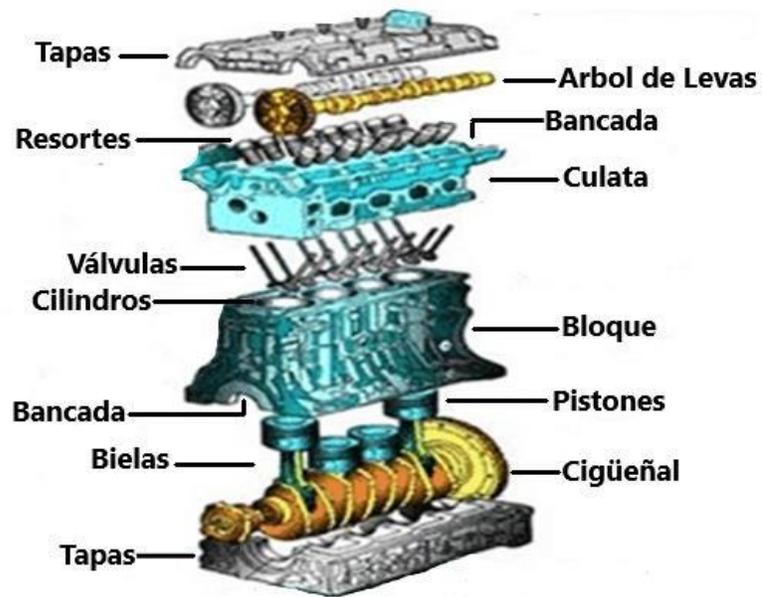
Los vehículos Automotores poseen una vida útil y necesitan tener su respectivo mantenimiento, para que continúen funcionando correctamente, en la empresa Rectificadora de Motores la Nacional, se tienen diferentes áreas de trabajo para reparar todas las partes que corresponden al motor de un vehículo, para este informe se tomará como ejemplo un motor de 4 cilindros, puesto que es el trabajo más común en la empresa en la Fig. 1. Se puede observar las partes externas que componen un Motor de Combustión Interna (MCI). [1]



**Fig.1.** Partes externas de un MCI de 4 cilindros. Tomado de [1]

Las partes externas son elementos que usualmente llegan con el motor armado, estas no se rectifican, por lo general se les hace trabajo de soldadura, parchado o algún acabado superficial y en otras ocasiones se reemplaza por una pieza nueva.

Las partes internas de una MCI son las que se rectifican, es la parte más delicada, puesto que es donde sucede toda la combustión y el mecanismo que transforma el movimiento de traslación alternante en un movimiento circular, en la Fig2. Se muestran las partes internas de un motor de 4 cilindros para un automóvil convencional. [1].



**Fig.2.** Partes internas motor 4 cilindros. Adaptado de [1].

Cabe resaltar que existen diferentes modelos de motor, por lo general se utiliza 4 cilindros para gasolina y 6 para diésel, también existen bloques con geometría en “V”, existen motores con geometrías un poco diferentes, pero todos siguen el orden de culata-bloque-cigüeñal. [2]

Para que todo el ciclo que se lleva a cabo en el interior de una MCI funcione correctamente se requiere de una correcta operación de la misma (no esforzar ni

recalentar), un nivel de ajuste o tolerancia adecuada entre piezas, alineación de ejes, lubricación óptima, uso de juntas o empaques, refrigerante necesario, todo con respecto a la parte mecánica, en este informe no se discutirá temas electrónicos ni de instrumentación (presión, temperatura, volumen).

## **1.2 Motivación**

La reparación de partes mecánicas es una labor que se ha venido trabajando desde hace mucho tiempo, la diferencia es que en la actualidad existen máquinas automatizadas que permiten acelerar los procesos de rectificado, sin embargo, todavía existen métodos que no han cambiado en el tiempo, la motivación para la realización de este trabajo es encontrar alternativas para aumentar la eficiencia en todos los procesos de mecanizado.

## **1.3 Objetivos planteados**

### **Objetivo General:**

Contribuir en los procesos de rectificación de partes mecánicas de los motores combustión interna alternativos en la Rectificadora de Motores La Nacional.

### **Objetivos Específicos:**

1. Identificar las diferentes áreas de trabajo de la Rectificadora de Motores La Nacional.
2. Caracterizar los procesos de mecanizado de Culatas, Bielas y Bancada en la Rectificadora de Motores La Nacional.
3. Proponer estrategias de mejora en los procesos de mecanizado de Culatas, Bielas y Bancada, aplicando el conocimiento adquirido en la Universidad
4. Evaluar los beneficios de la implementación de las estrategias propuestas desde una perspectiva técnica y económica.

### **1.4 Contribución del trabajo**

La Identificación y Caracterización de la Empresa, fueron de gran importancia en la creación del programa de mantenimiento, el cual contribuye mucho en el cuidado de las máquinas, evitando que se dañen de manera repentina.

Existen muchas alternativas para los procesos de mecanizado en todas las áreas, el Ingeniero Mecánico está en la capacidad de realizar constantes propuestas e investigaciones para mejorar los procesos en la empresa, en el presente trabajo se mencionan tres alternativas.

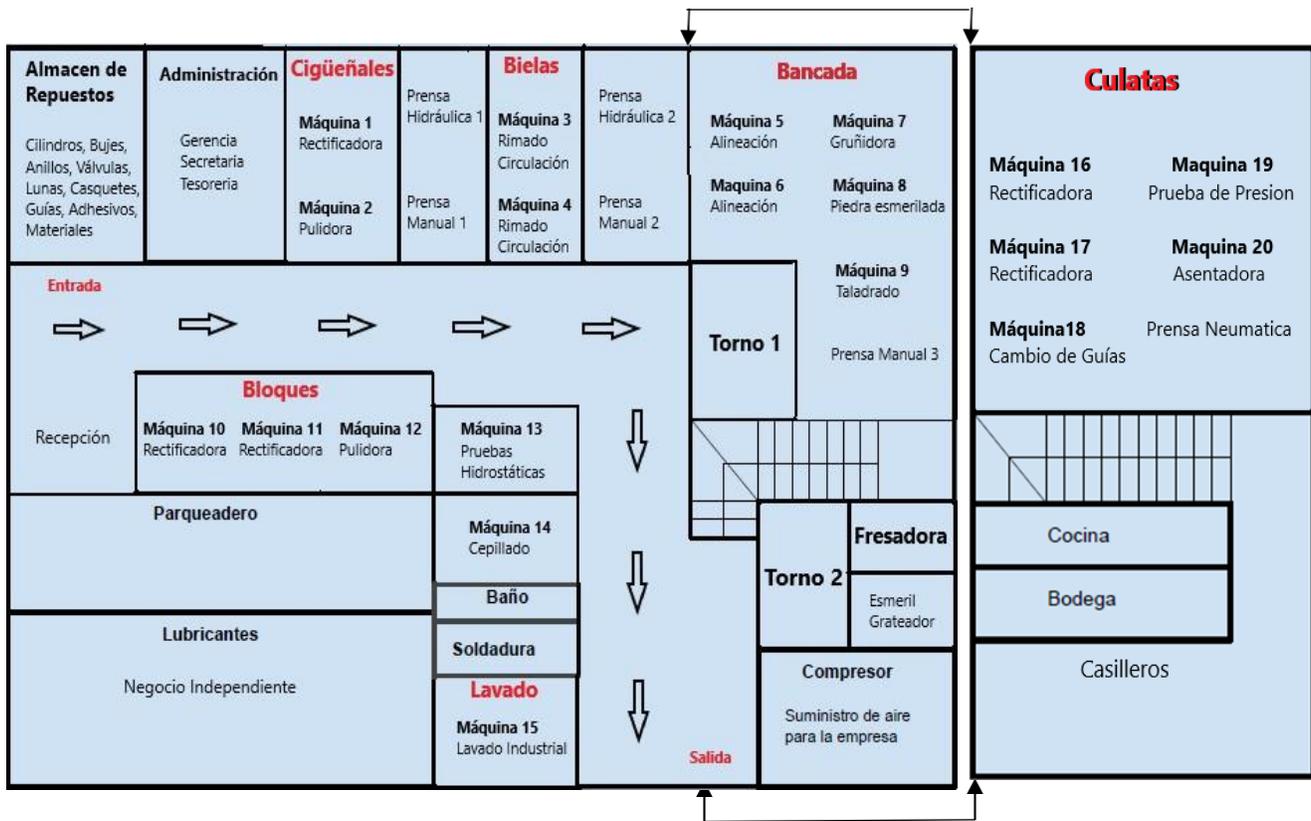
Fue muy importante analizar las propuestas desde la parte económica para saber si era rentable y desde la vista técnica fue importante primero diseñar en computador para conocer la dificultad del mecanizado.

### **1.5 Organización del documento**

El capítulo 1, muestra en la introducción las partes internas y externas que componen las Máquinas de Combustión Interna, la importancia de la rectificación de partes mecánicas, y la forma de contribuir a la empresa con el cumplimiento de los objetivos específicos. El capítulo 2, muestra la identificación de la empresa, explica como llegan los motores y el mapa de la empresa. El capítulo 3, muestra por medio de imágenes la caracterización de los procesos de mecanizado en Culatas, Bielas y Bancada, El capítulo 4, muestra las propuestas del estudiante para la mejora en cada una de las tres áreas. El capítulo 5, muestra la evaluación técnica y económica para la implementación de las estrategias. El capítulo 6, muestra las referencias bibliográficas para entender los procesos de mecanizado. El capítulo 7, muestra las conclusiones del trabajo.

## **2. Identificación de las diferentes áreas de trabajo**

Para todas las partes que componen una MCI alternativo se tienen en la empresa diferentes secciones de trabajo que se dividen así: Sección de Culatas, Bielas, Bloques, Cigüeñales, bancada, Torno, Fresadora, Soldadura y Lavado industrial, con respecto a la parte administrativa se tiene el área de recepción donde llegan las partes para restaurar, secretaría, tesorería y gerencia; además de un área designada a la venta de repuestos. En la Fig3. Se muestra un plano correspondiente al primer piso de la empresa donde se puede apreciar las diferentes áreas de trabajo.



**Fig.3.** Plano primer y segundo piso Rectificadora de motores La Nacional.

El presente informe corresponde a un estudio del trabajo realizado durante 6 meses en las secciones de culatas, bielas y bancada en la empresa Rectificadora de Motores La Nacional. La Fig. 4. Da un ejemplo de cómo llega a la empresa un motor convencional



**Fig.4.** Ingreso motor de 4 cilindros convencional.

Las partes del motor pueden llegar armadas o desarmadas, posterior a realizar el ingreso del motor, se codifica cada parte que lo compone, con un número de remisión que permite mantener orden en la empresa. Después de realizar el ingreso del motor se procede a enviar las partes a la sección de lavado para que posteriormente se las envíe a las áreas de rectificación correspondientes.

### **3. Caracterización de los procesos de mecanizado en las áreas de Culatas, Bielas y Bancada**

#### **3.1 Culatas**

La Culata es un elemento mecánico que se encuentra en los motores de combustión interna de los automóviles. Es el encargado de evitar pérdidas de compresión en el interior de los cilindros, cerrando la parte superior de estos. Las principales funciones de la culata son dos: cerrado hermético de los cilindros para formar la cámara de combustión y Permitir la salida/entrada de AIRE de la Cámara de combustión (Ingrediente clave junto con el combustible). [4]

Los materiales de fabricación más comunes para culatas son el hierro fundido, aleación ligera o aluminio. [3] Los pasos de rectificación en la empresa se mencionan a continuación.

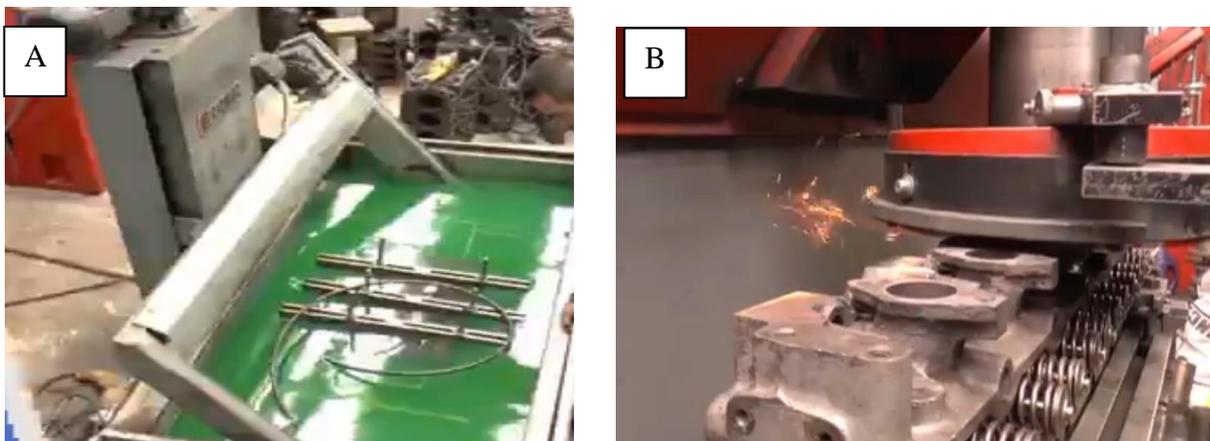
1. Ingreso de la Culata en la recepción, archivar mediante un código de números al sistema de la empresa, de tal manera que cuando se busque en los archivos aparezca información como el nombre del propietario, la marca que corresponde, el trabajo a realizar, el valor a cobrar y una fecha tentativa de finalización.

2. Desarme de la culata y conteo de las piezas (válvulas, resortes, arandelas, cuñas, tornillos, etc.) para posteriormente guardarlas si todavía tienen vida útil.



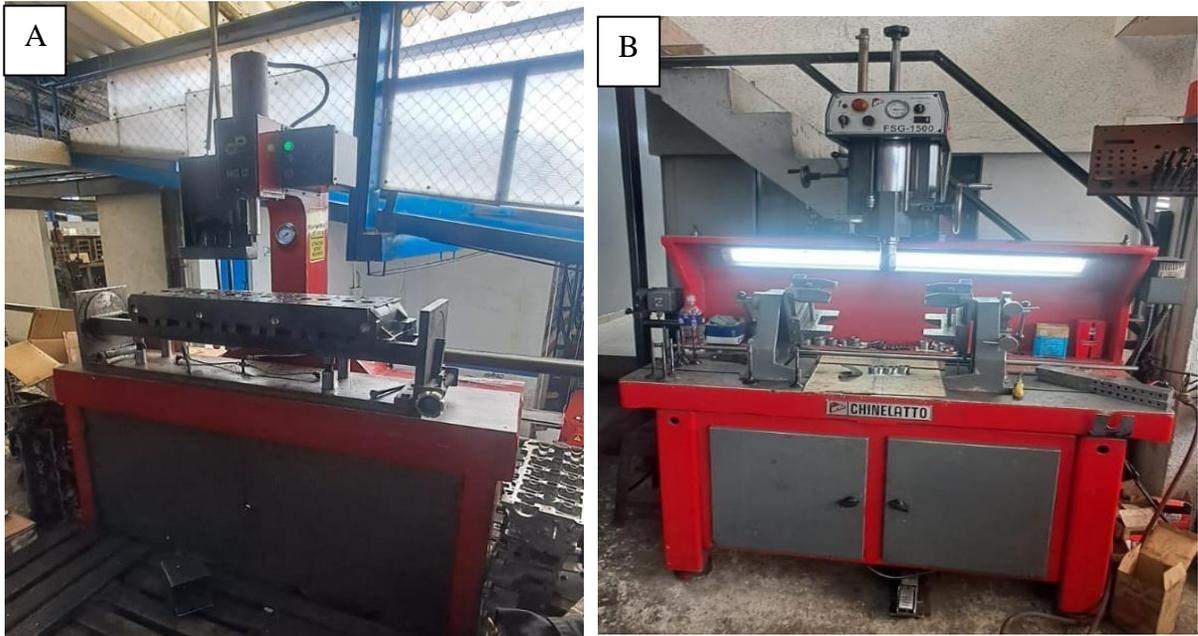
**Fig.5. A) Culata armada B) partes para guardar. Tomado de [3]**

3. La culata se somete a prueba hidrostática para determinar fisuras o fugas de agua y el árbol de levas si tiene vida útil se lo lleva a pulir o si está muy desgastado se lo reemplaza por uno nuevo. Si tiene algún tipo de desnivel, la Culata recibe un cepillado superficial teniendo en cuenta las tolerancias admitidas. La Fig.6. Representa los procesos anteriormente mencionados.

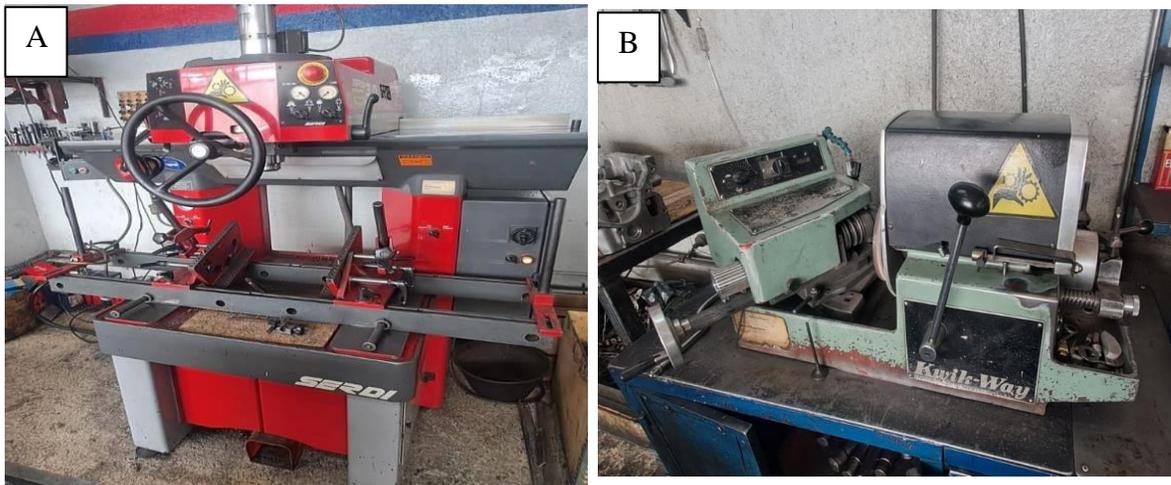


**Fig.6. A) Pruebas Hidrostáticas, B) Cepillado de Culatas.**

4. La culata recibe su cambio de guías y asientos en las máquinas pertinentes para que después sean rectificadas. A continuación, se muestran las máquinas pertinentes para estos trabajos.



**Fig.7. A) Cambiadora de Guías B) Cambiadora de Asientos.**



**Fig. 8. A) Rectificadora de Asientos, B) Rectificadora de Válvulas.**

5. Después de cambiar y ratificar la Culata con los repuestos, se la somete al asentado de válvulas ya su armado para la entrega final.



**Fig. 9.** A) Armadora de Culatas, B) Asentadora de Culatas,  
C) Herramienta para armar

### 3.2 Bielas

Las Bielas son elementos que cumplen una función primordial en el engranaje de un motor de combustión. Labiela de un motor de combustión conecta el cigüeñal con el pistón que forma parte de la combustión en el interior del cilindro. Por tanto, se puede definir la biela como el elemento mecánico que, mediante tracción o compresión, transmite el movimiento a través de la articulación de otras partes de una máquina o motor.

La Biela tiene que ser muy resistente a las tensiones y temperaturas, pero también ligera en la medida de lo posible al ser un elemento móvil dentro del motor. [3]

El material de las bielas por lo general es fundición, el número de bielas depende del combustible para el motor, en muchos casos 4 bielas corresponde para motores para gasolina y 6 bielas corresponde a motores diésel. [4]

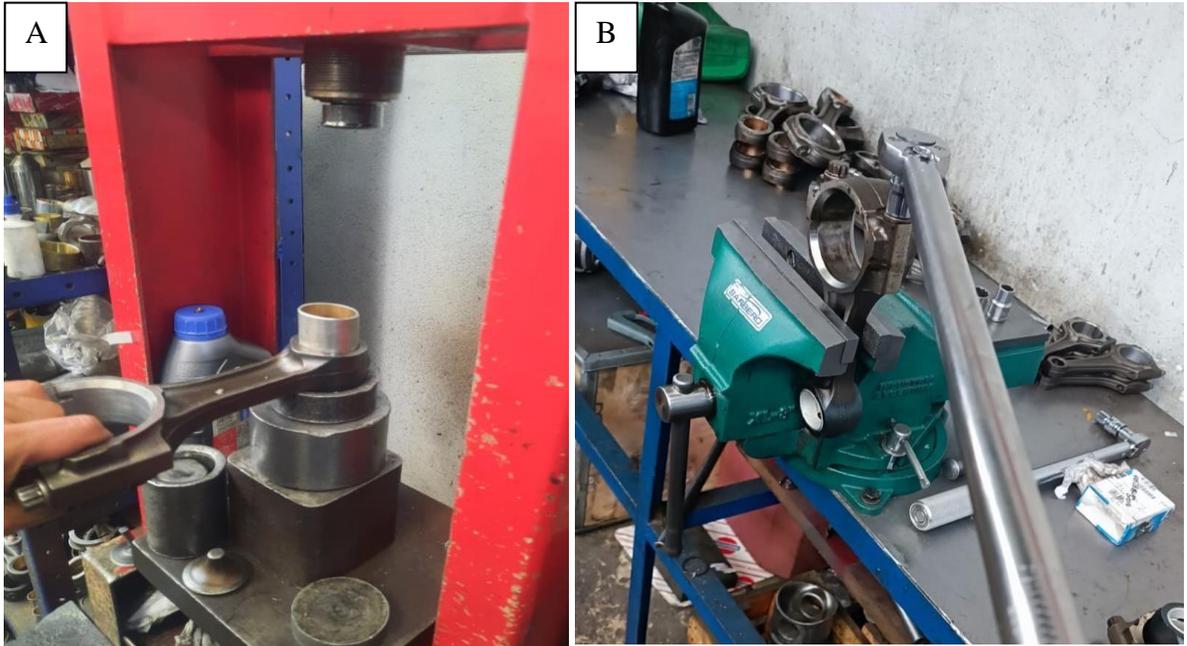
Los pasos para la rectificación de Bielas se mencionan a continuación.

1. Diagnóstico de Biela: Consiste en visualizar golpes, quemaduras, abolladuras y giros del algún círculo de la biela, mediante el análisis de torceduras

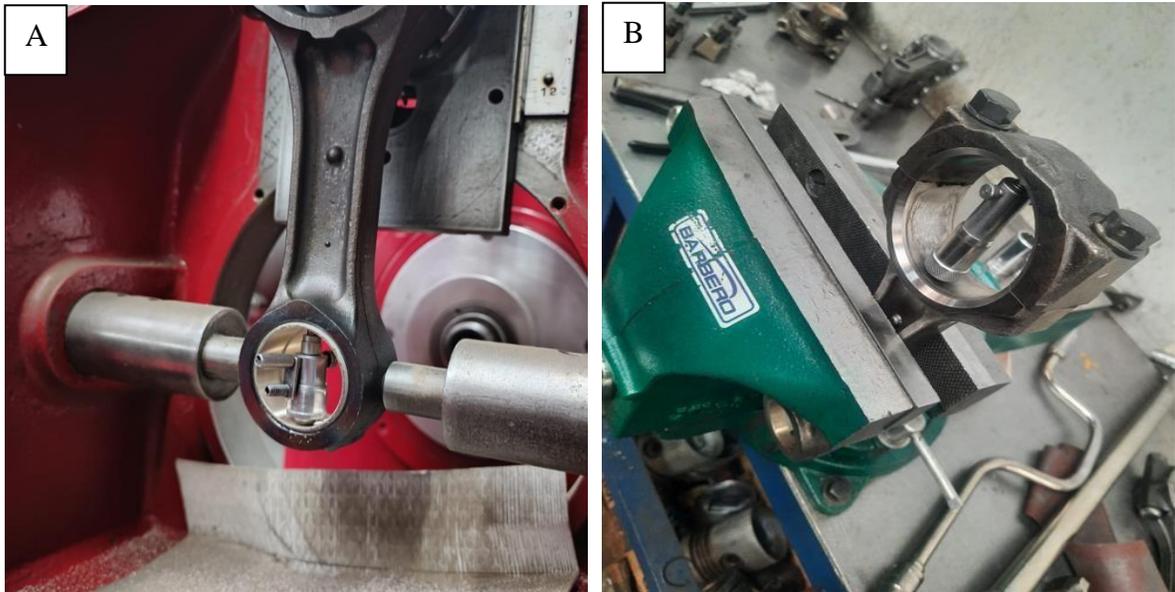
El análisis de torceduras consiste desplazar el comparador de carátula a través del alojamiento de la biela para medir en milésimas la torcedura de la biela. Hasta 5 milésimas es tolerable.

2. Reemplazo de bujes desgastados y Aplicación de Torque a la Biela: Este proceso consiste en el uso de una prensa hidráulica con capacidad de 10 toneladas que permite generar presión a un flotador adecuado para cada tipo de buje.

El torque sugerido para cada tipo de bielas (diésel y gasolina) está dado por el fabricante. Para aplicar el torque necesario en cada biela se hace uso de una prensa manual como sujetador y de una herramienta llamada “torquímetro” con diferentes calibres para ajustar la tapa con la Biela.



**Fig. 10. A) Reemplazo de Bujes de Biela, B) Ajuste Torque de Biela.**



**Fig.11. A) Medición Buje de Biela, B) Medición círculo de Biela.**

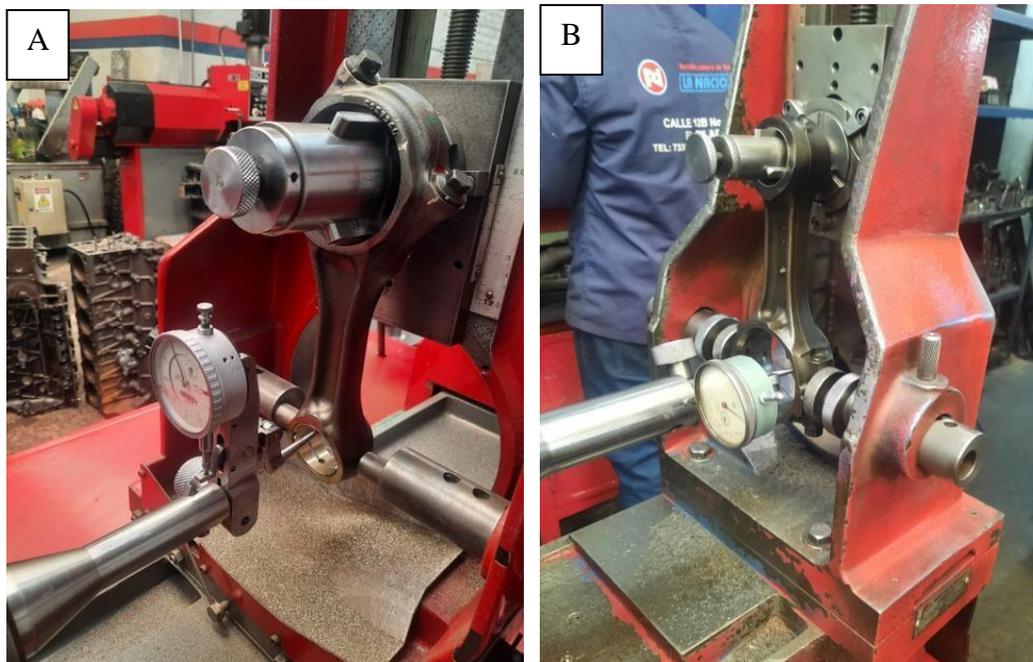
### 3. Rectificación de Bielas

Rimado de Bujes de Biela: El proceso de Rimado de buje es igual a desbastar con buril el alojamiento del buje. Consiste en des dejar un nivel de ajuste (juego) adecuado entre el buje instalado y el pasador del pistón de la Biela.

Circulación de Biela: Consiste en adaptar el circulo de Biela al codo del Cigüeñal, para ello se requiere de técnicas para abrir o cerrar el círculo.

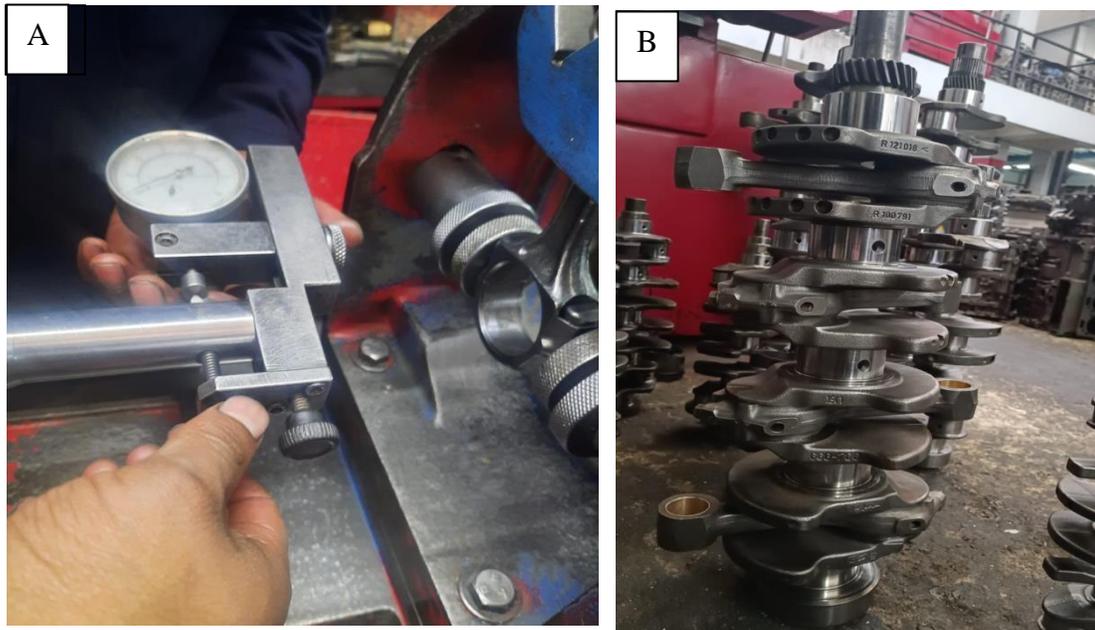
Por lo general se deja 2 milésimas de ajuste para Bielas de Gasolina y 3 para Diesel.

La Fig.12. muestra los procesos de Rimado y Circulación respectivamente para una Biela previamente torqueada y centrada con respecto al mandril



**Fig. 12. A) Rimado de Biela B) Circulación de Biela.**

Nótese que el comparador de carátula usado en la Fig.12. es para centrar la Biela, mientras que el comparador usado en la siguiente Fig.13.A) es para aumentar el corte que da el Butil y la Fig.13.B) es la prueba final de la Biela.



**Fig.13. A)** Comparador para aumentar corte, **B)** Bielas Adaptadas al Cigüeñal.

### 3.3 Bancada

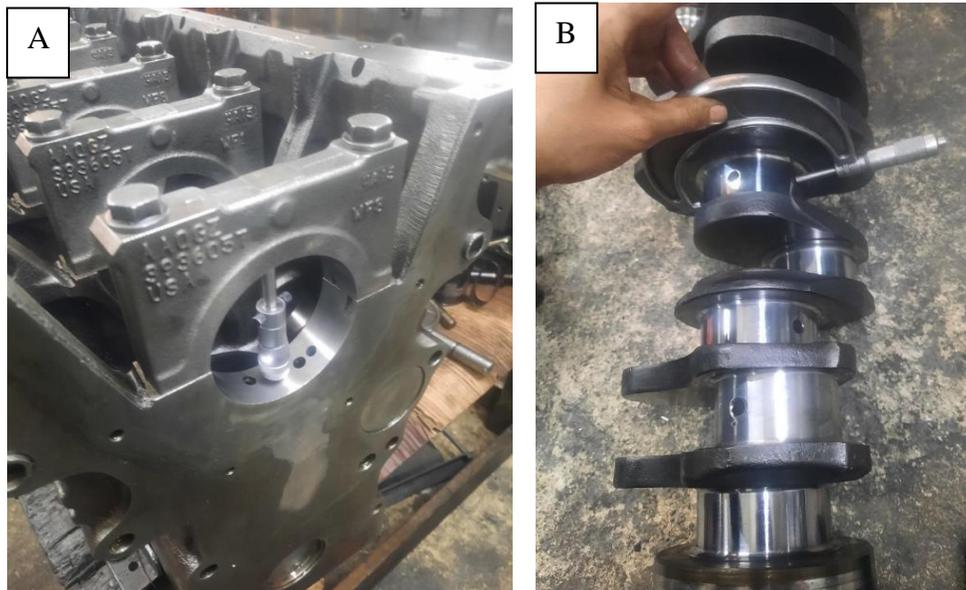
La Alineación de Bancada consiste en dejar un nivel de ajuste optimo entre: árbol de levas y culata, cigüeñal y bloque para el trabajo de giro que van a realizar.

Con ayuda de las máquinas de alineación y esmerilado se pueden ajustar: la culata y el árbol de levas con una milésima de pulgada, el bloque y el cigüeñal con dos milésimas de pulgada para gasolina y tres milésimas de pulgada para diésel.

Para que el operario pueda dar la medida adecuada de ajuste es necesario que éste incluya la medida del grosor del cojinete o casquete nuevo que va entre el contacto de cigüeñal y bloque, este elemento permite una correcta lubricación y evita el desgaste entre las piezas.

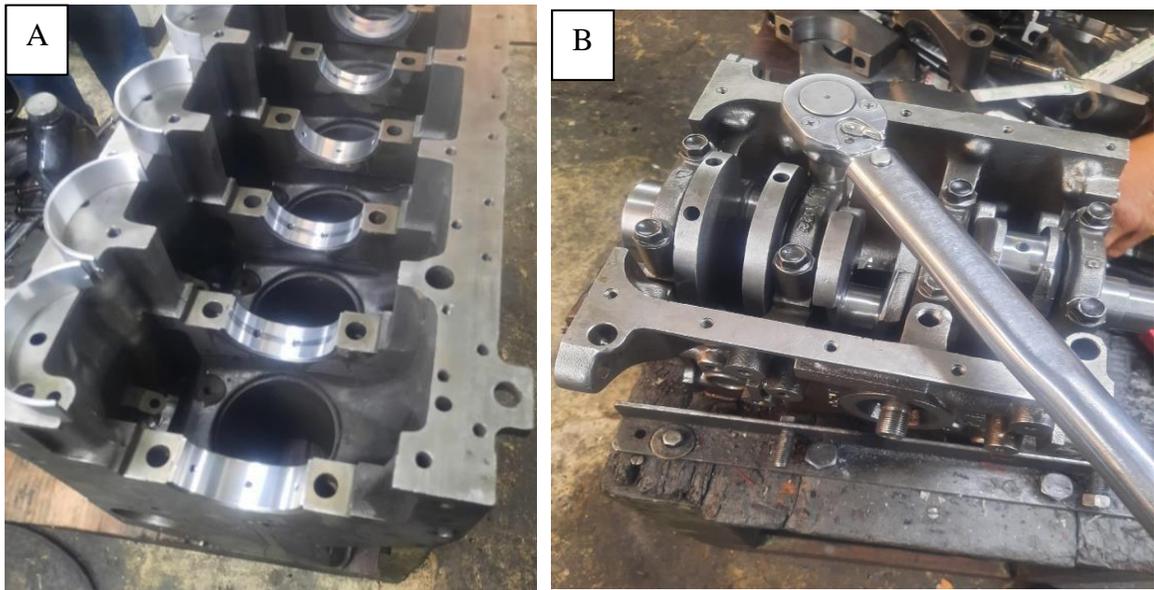
Una correcta alineación del eje permite un desgaste parejo de las piezas, evitando sobre esfuerzos en algunas partes de la culata o el bloque, por otra parte, una buena alineación evita que los ejes se rayen al momento de trabajar.

1. Ingreso del Bloque con tapas y cigüeñal rectificadas, se procede a limpiar con gasolina y aire las partes del motor y los repuestos (Casquetes y Medias Lunas).
2. Brillado de Bloques: Consiste en armar el bloque sin el cigüeñal ajustando un poco los tornillos para posteriormente lijar la bancada y las tapas con bruñidor o a mano eliminando así el óxido o las rayaduras, este proceso permite medir de una manera más precisa.
3. Medida del Círculo de Bancada: Los instrumentos para medir son micrómetros de interiores y exteriores, el proceso de medición sirve para saber cuánto hay que abrir o cerrar el círculo.



**Fig.14. A) Medida círculo de Bancada B) Medida Bancada en cigüeñal.**

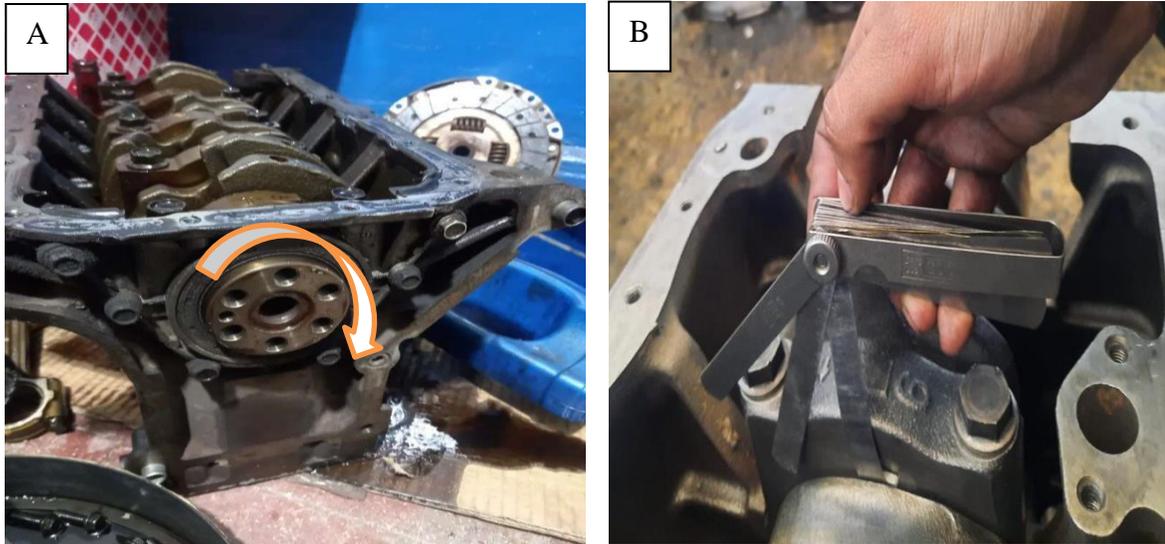
4. El operario procede a armar el mecanismo (Bloque, Casquetes, Medias Lunas, Cigüeñal), incluyendo el torque adecuado para bancada de cada motor (se obtiene según los datos del fabricante) para realizar la respectiva Prueba de Giro y Prueba Axial. La Fig.15. Representa los procesos de colocar casquetes y torqurear el bloque respectivamente



**Fig.15. A) Encasquetado de bloque, B) Torqueado de bloque.**

Prueba de Giro: Consiste en evaluar las tolerancias de anteriores procesos de reparación; el operario arma las piezas con su respectivo torque y simula manualmente el giro del cigüeñal. Ver Fig.16.A).

Prueba Axial: Igualmente, con las piezas armadas, ajustadas y con lubricación el operario evalúa el desplazamiento axial del eje a través de sus apoyos con una herramienta llamada galga. Ver Fig.16.B).



**Fig.16. A) Prueba de giro, B) Prueba axial.**

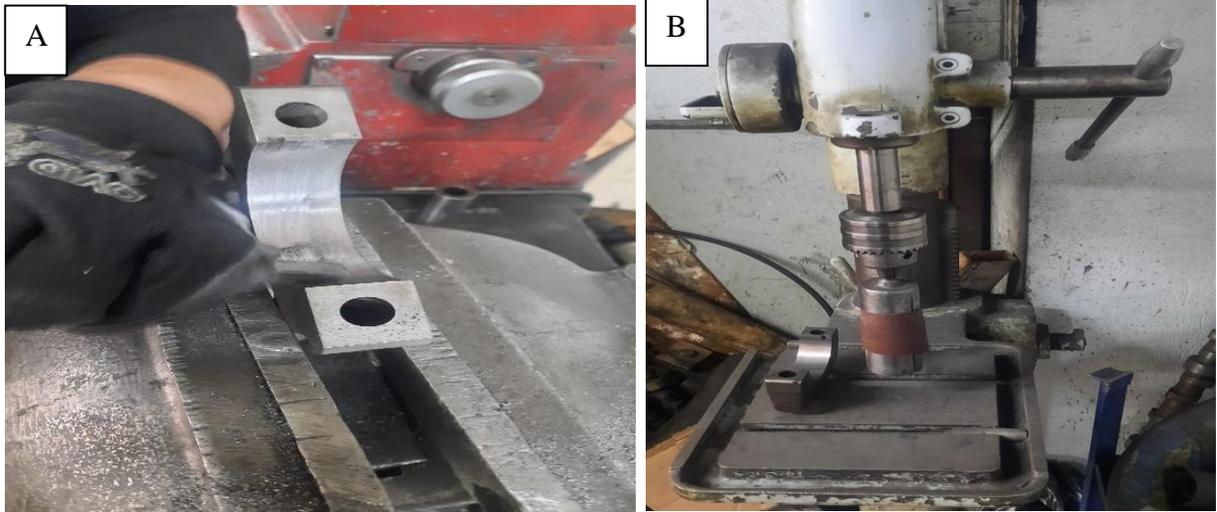
5. El nivel de tolerancia final lo define un indicador de tolerancia, con el nombre (plastigage) como se muestra en la Fig.17. es un calibre plástico que se lo coloca entre la tapa del bloque y el cigüeñal facilitando la medida del nivel de ajuste, este elemento varía según el motor, si es diésel o gasolina. Siendo 3 el nivel de tolerancia adecuado para Diesel y 2 el nivel para Gasolina.



**Fig.17. A) y B) Indicador de calibre plástico Plastigage.**

## 6. Procesos de Alineación de Bancada

1. Apertura del círculo de Bancada: Existen tres métodos para la apertura del círculo de Bancada se muestran en la Fig.18, Fig.19. y Fig.20.



**Fig.18. A) Apertura manual con lima B) Bruñidor Automatizado**

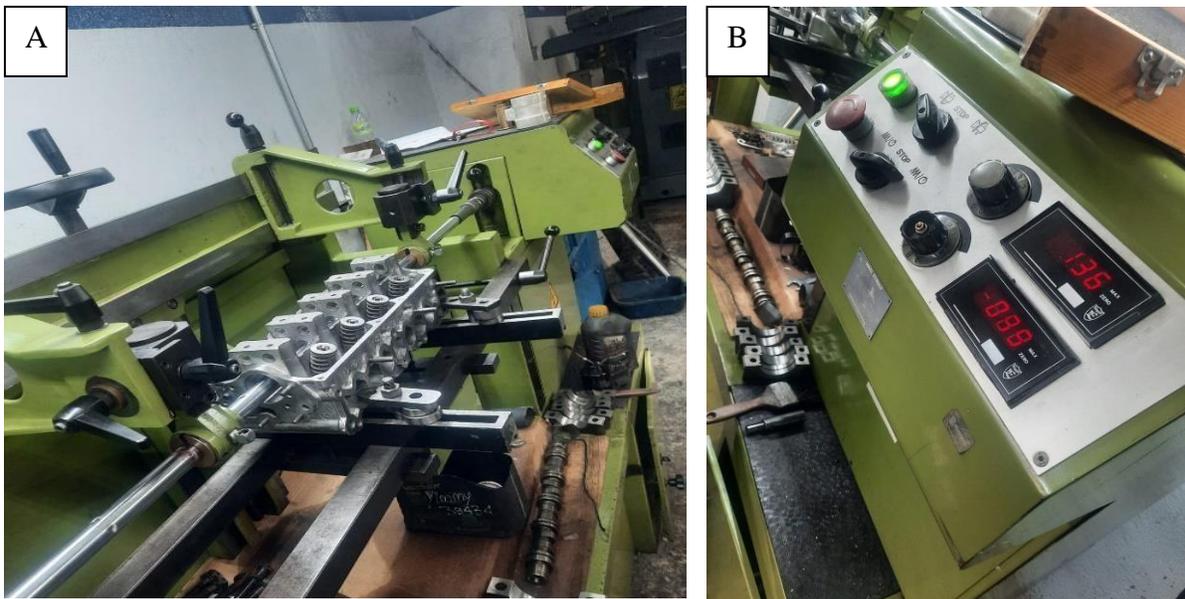


**Fig.19. Apertura con Taladro Bruñidor**

Apertura con Máquina: Consiste en montar el Bloque con tapas previamente torqueadas en la máquina de alineación, para posteriormente centrar el círculo con respecto al mandril flexible de la máquina.

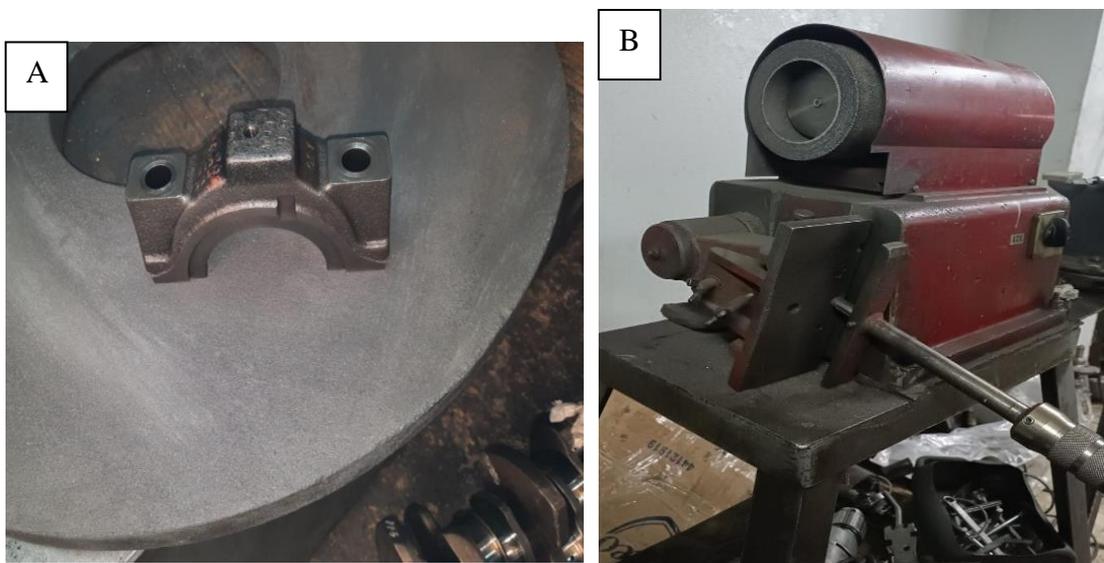


**Fig.20.** Máquina 6 Alineadora de Bancada (Bloques y Culatas)



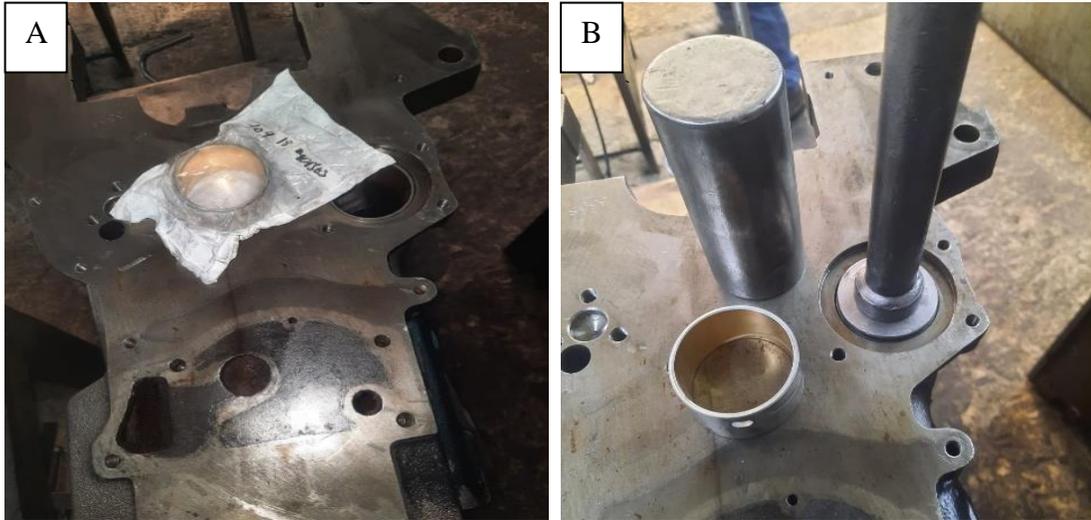
**Fig.21.** A) Máquina 7 Alineadora de Bancada (Culatas), B) Control de velocidad y avance

Cierre del Círculo de Bancada: Consiste en disminuir la medida de la superficie de contacto entre la tapa y el bloque, Para este proceso se utiliza una piedra esmerilada suelta en casos leves o una piedra automatizada con banda cuando se requiera disminuir de manera considerable el círculo de Bancada. El cierre del círculo de Bancada se presenta con menor frecuencias, por lo general se lleva a cabo en adaptaciones de cigüeñales al bloque, o cuando se presenta el caso que el operario se excedió en la apertura del círculo. La Fig.22. Muestra los procesos para cerrar.



**Fig.22.** A) Cierre manual con piedra suelta, B) Cierre con piedra automatizada

7. Cambio de Bujes de leva: Los MCI que operan con diésel, por lo general llevan el árbol de levas adaptado en el bloque con el objetivo de obtener más torque final, a diferencia de los motores a gasolina que llevan el árbol de levas en la Culata con el propósito de tener más potencia final. El proceso de cambio del buje de leva es muy sencillo, puesto que no es necesario rimarlo, de fabrica viene con la medida de ajuste adecuado. La Fig.23. Ilustra el proceso anteriormente mencionado.



**Fig.23. A) y B) Proceso de Cambio de Bujes de leva v**

#### **4. Propuestas de alternativas de mejora para el mecanizado en las áreas de Culatas, Bielas y Bancada**

Los problemas de organización y de saturación de trabajo provocan un retraso en el tiempo de entrega de los motores, las propuestas que se van a mencionar a continuación intentan conseguir una mayor eficiencia en cada una de las áreas de trabajo, disminuyendo considerablemente el tiempo de rectificación y entrega de las piezas mecánicas.

**4.1 Culatas:** Se propone la fabricación de un dispositivo asentador de válvulas con un mecanismo de mangueras accionado con un taladro capaz de asentar cuatro válvulas de una culata a la vez.

**4.2 Bielas:** Se propone la modificación de una máquina de rimado y circulación, consiste en adaptar una segunda torre que sostendrá una segunda biela, con el propósito de rimar o circular dos bielas en un solo ciclo de la máquina.

**4.3 Bancada:** Se propone la modificación de la Máquina 7 de alineación de bancada, actualmente solo está diseñada para alinear culatas, con la fabricación de unos soportes para una barra de diámetro más grande la máquina puede alinear bloques gasolina y algunos diésel.

Por otra parte, también se propone realizar un software de mantenimiento preventivo, el cual codificará todas las máquinas de la empresa programando un diagnóstico y una revisión de la máquina cada cierto tiempo.

## **5. Evaluación de las estrategias desde una perspectiva Técnica y Económica**

### **5.1 Análisis Estrategia para Culatas:**

Beneficios: La implementación del sistema de mangueras para sentar culatas se ve beneficiado en:

1. Ahorro en el tiempo de entrega de culatas.
2. El sistema consiste de 4 mangueras, que se adaptan al vástago de las válvulas entonces se asientan 4 válvulas a la vez, de esta manera la culata se sienta 4 veces más rápido.

3. Ahorro en los costos de mecanizado.

Desventajas: El diseño del sistema de mangueras presenta las siguientes dificultades:

1. La adaptación del taladro a las mangueras presenta un diseño complejo, además de que se necesita uno de mucha capacidad.
2. Difícil manipulación de la pieza propuesta por parte del operario, esto es debido a que la unión de las mangueras con el vástago de las válvulas se hace por debajo de una mesa lo que resulta incómodo para trabajar.
3. El diseño de las mangueras sería una tarea compleja debido a que tendrían muchas uniones metálicas y muy pequeñas, lo que dificulta su mecanizado y soldado.
4. Si en algún momento de trabajo, alguna unión se suelta puede ocasionar daños al operario

## **5.2 Análisis Estrategia para Bielas:**

Beneficios: La fabricación de una torre para el soporte de una segunda biela en la máquina trae a la empresa:

1. Disminución en el tiempo de rimado para un juego de bielas. Puesto que se montaría dos bielas en lugar de una, cuando la máquina haga un recorrido con el buril, esto se traduce en un ahorro de la mitad del tiempo del Rimado de Biela

2. Menos desgaste de la máquina, porque se reduce a la mitad el tiempo de encendido de la misma

Desventajas: La elaboración de la torre presenta diferentes inconvenientes que se mencionan a continuación:

1. El diseño de la torre requiere de muchas horas de trabajo por tener una geometría muy compleja, lo que conlleva a gastos muy elevados en fabricación

2. Se requiere además diseñar un mandril de una longitud que sea el doble de la actual, lo que puede producir un pandeo en el mismo, haciendo que el corte de la máquina se caiga.

3. Los materiales empleados para la elaboración son muy costosos.

4. Se requiere de mucho trabajo en soldadura para unir todas las piezas, lo que puede producir que la torre sea más frágil

### **5.3 Análisis Estrategia para Bancada**

Beneficios: La fabricación de 2 soportes para la adaptación de una barra más grande en la máquina 6 del área de Bancada trae las siguientes mejoras para la empresa:

1. Fácil diseño y construcción de las Piezas

2. Bajo costo de los materiales

3. La modificación permite que la máquina rectifique bloques, lo cual es una ayuda muy grande para que la otra máquina que si está diseñada para bloques grandes no se sature de trabajo
4. Reducción en el tiempo de alineación de bancada, esto es debido a que ahora existen 2 máquinas dispuestas a alinear de manera simultánea 2 bloques en el tiempo de 1.
5. En términos económicos se tiene las siguientes mejoras:

<b>Alineación de Bancada Maquina 6</b>	<b>Alineación de Bancada Maquina 7</b>	
	Actualmente	Antes
Precio Culata: \$80000- \$100000	Precio Culata: \$80000- \$100000	Precio Culata: \$80000- \$100000
Precio Bloque Gasolina: \$100000 - \$150000	No es posible	Precio Bloque Gasolina: \$100000 - \$150000
Precio Bloque Diesel: \$200000 - \$300000	No es posible	Precio Bloque Diesel: \$200000 - \$300000

Se pueden comparar las ganancias entre las máquinas antes y después de la estrategia

Desventajas del Diseño de los Soportes:

1. No se encontraron desventajas en la estrategia

Después de analizar las propuestas a profundidad, se sacaron las siguientes conclusiones:

1. La estrategia de Culatas no se va a implementar debido a que existen más desventajas que ventajas la construcción de la pieza propuesta.

2. De manera similar con en el caso de Culatas, en la propuesta para Bielas se encontraron muchas desventajas, que superan el número de ventajas, por esta razón se rechaza la propuesta de mejora.

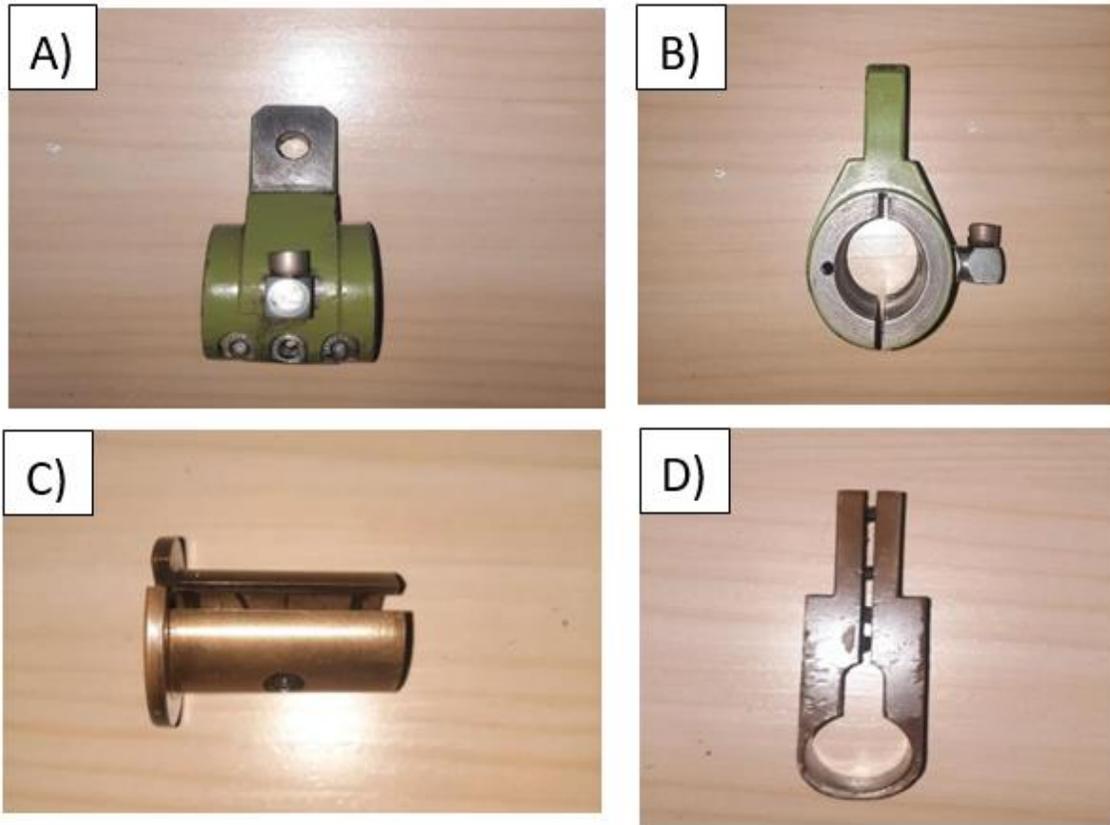
3. Estas propuestas de estrategias de mejora se rechazan de manera temporal, van a estar sometidas a investigación y cambios en la propuesta de diseño, además con el tiempo se puede plantear nuevas estrategias siempre con el fin de mejorar el mecanizado en la empresa.

4. La estrategia de mejora para el área de Bancada a parte de su fácil diseño, permite a la empresa generar más ingresos, por esto se escogió la propuesta del diseño de un soporte metálico para una barra de alineación más grande en la máquina 7, por estas razones se escogió esta propuesta de mejora y más adelante se explica el proceso de elaboración.

## 6. Proceso de elaboración de la pieza propuesta

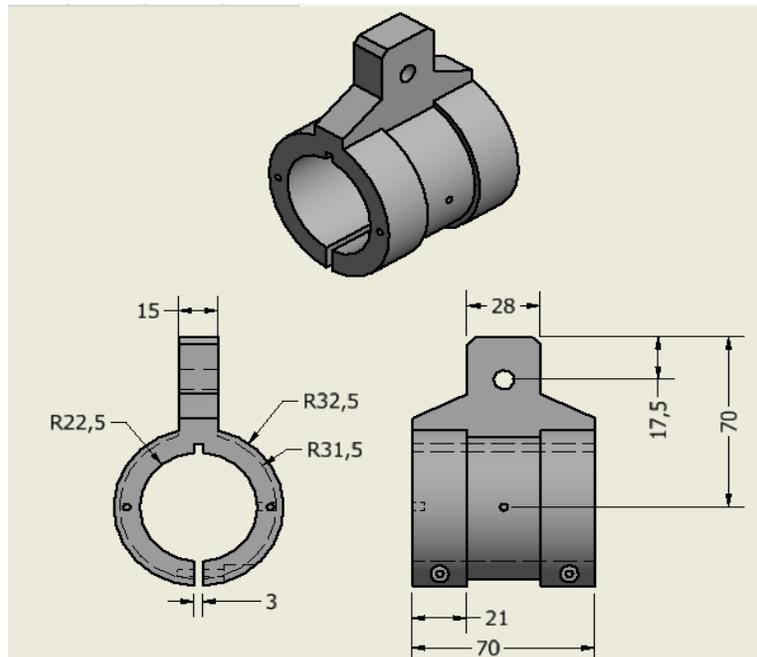


**Fig.24.** Máquina 6 que será modificada.

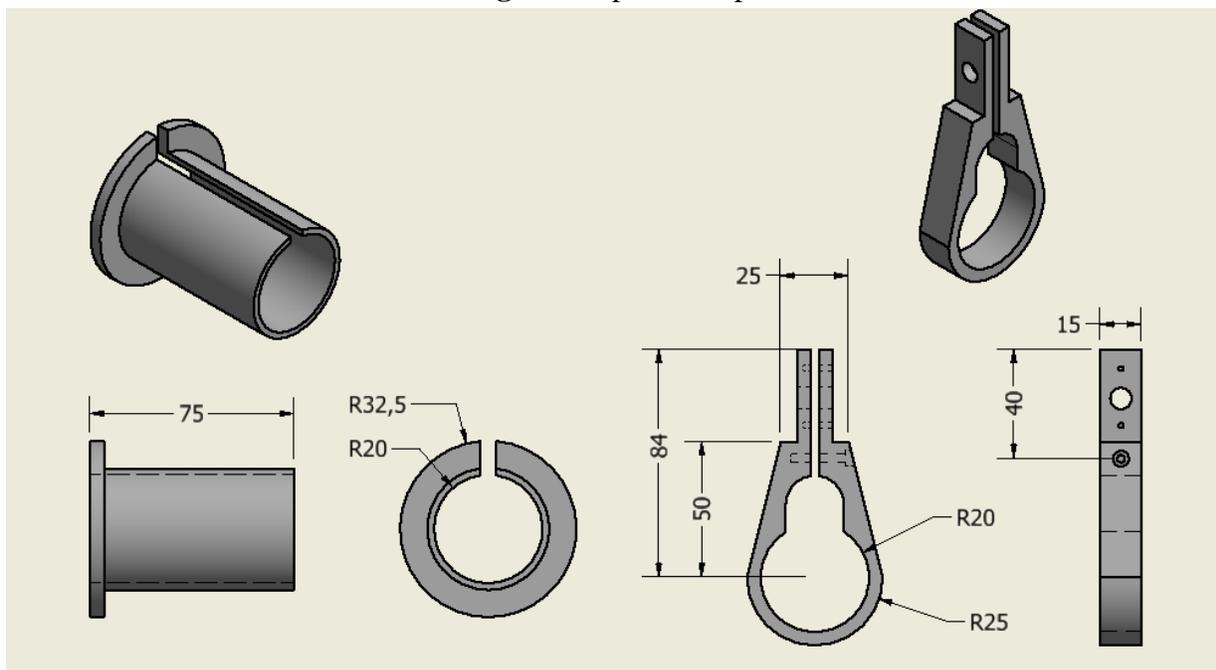


**Fig.25.** A) Vista lateral Soporte, B) Vista Frontal Soporte, C) Buje entre soporte y barra, D) Luneta.

Teniendo en cuenta las medidas del soporte original y se sabe que la máquina trabaja con una barra de 20 milímetros de diámetro, se propone la fabricación de un soporte para una barra de 40 milímetros de diámetro, con la ayuda del programa Inventor se pudo diseñar el soporte con las medidas adecuadas para la nueva barra, como se muestra en la Fig.26. y Fig.27.

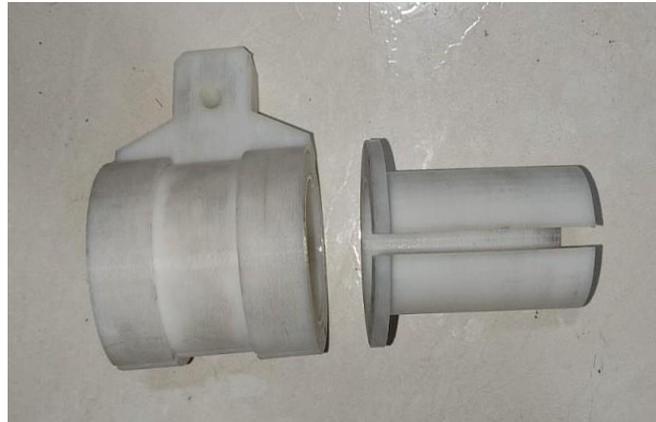


**Fig.26.** Propuesta Soporte.



**Fig.27.** Propuesta Bujes y Luneta.

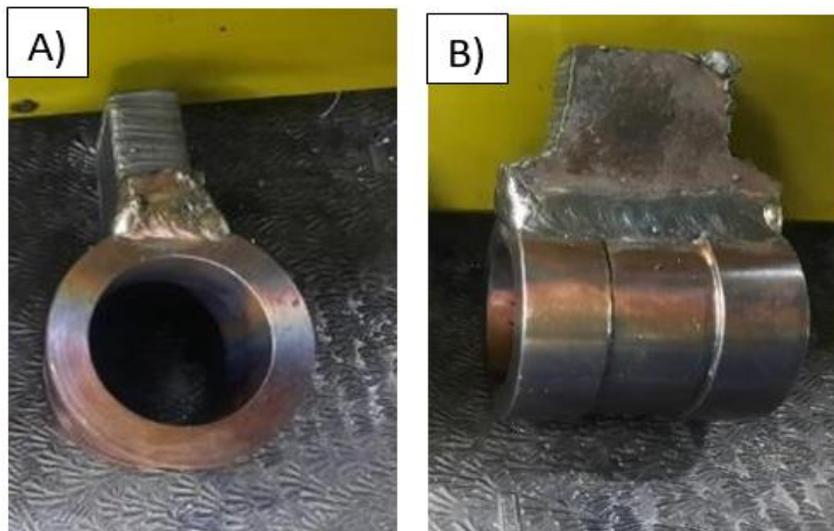
Después de diseñar la pieza y los planos, se procede a realizar una impresión 3D del soporte, obteniendo así un modelo que sirve para que el mecanizado sea más preciso, visualizando de una manera más fácil las medidas de la pieza que se va a fabricar.



**Fig.28.** Modelo 3D del Soporte

Para la fabricación de la pieza en metal primero se realizó un trabajo en soldadura para unir una lámina metálica con un tubo de acero.

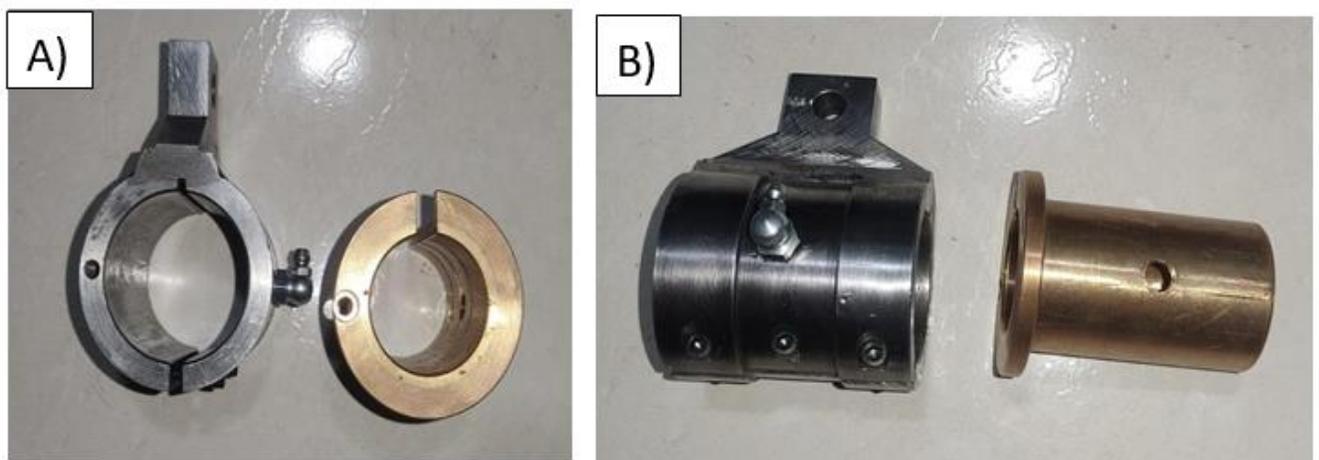
Las piezas están con medidas sobredimensionadas, como se muestra en la Fig.29.



**Fig.29.** A) Vista frontal del Soporte, B) Vista lateral del Soporte.

Después de soldar las piezas, el soporte se le da el acabado con un riguroso trabajo de torno.

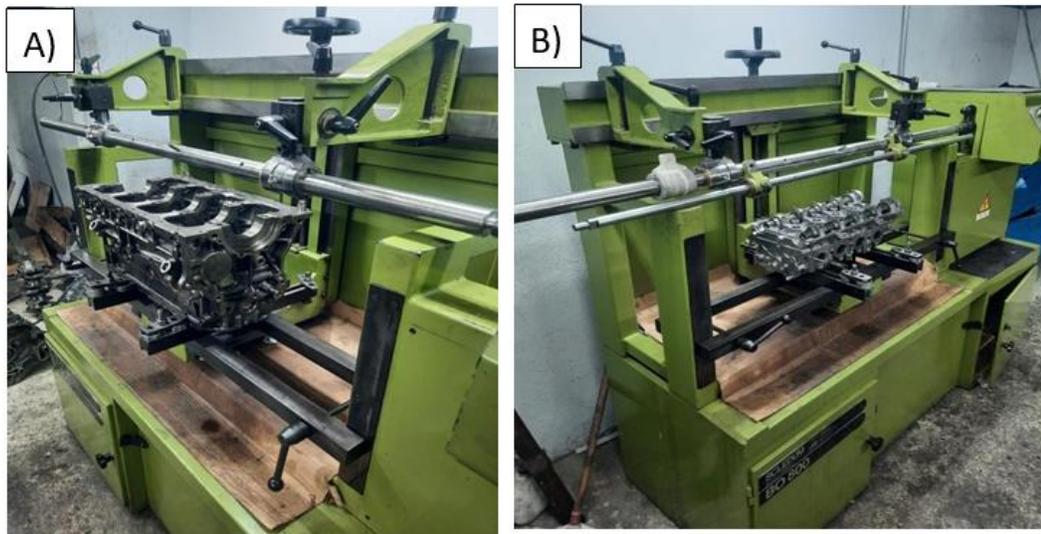
El buje del soporte se realizó soldando dos piezas de bronce y de igual manera que el soporte se le da el acabado en el torno y los orificios de los tornillos con ayuda de un taladro automatizado, en la Fig.30. Se muestra el trabajo del soporte ya terminado y listo para probar.



**Fig.30. A) Vista frontal Soporte, B) Vista lateral Soporte**

Los orificios frontales son para asegurar el Buje y no se gire, mientras que los orificios laterales son para ajustar y el de en medio para aflojar el Soporte con el Buje.

A continuación, en la Fig.31. se muestran los soportes instalados con la barra en la máquina y una comparación con los anteriores



**Fig.31. A) Soportes instalados, B) Comparación antes y después.**

## 7. Referencias Bibliográficas

- [1] Máquinas Mecánicas - Ing Jorge Perez Nepta (3 mayo 2018) Curso de Máquinas Mecánicas [Online] Available [https://portalelectromecanico.com/CURSOS/MaquinasMecanicas/index.html]
- [2] Melior Inc. (2007). Introduction to Engine Repair – Study Guide [Online] Available: [http://144.162.92.233/faculty/djones/todays\_class/introduction\_to\_engine\_repa.pdf]
- [3] Flex Fuel – Camilo León. (18 agosto 2020). Que es la culata y como se Rectifica [Online] Available: <https://www.flexfuel-company.es/rectificar-culata-precios/>
- [4] Motor.es. ¿Qué es una Biela? Función y [Online] Available: <https://www.motor.es/que-es/biela>

## 8. Conclusiones

1. Se identificó las diferentes áreas de la empresa rectificadora
2. Es importante el orden cuando se archiva piezas de Culata, puesto que es muy fácil perder alguna durante el proceso
3. Para el cambio de guías el operario debe estar muy atento, para no excederse aplicando la presión de la prensa y termine partiendo una guía durante el proceso
4. El operario debe probar más de una vez el asiento de la Culata que se va a entregar al cliente, estas pruebas las realiza en el Asentado de Válvulas
5. Se identificaron los principales problemas en el área de Culatas, Bielas y Bancada
6. Es muy necesaria la visualización de cada una de las bielas que llega al trabajo puesto que hay muchas razones para descartar la Biela y reemplazarla por una nueva. Si se realiza este proceso adecuadamente se evita perder el tiempo mecanizando y también se evita dañar repuestos para Biela.
7. Las máquinas de rimado y circulación requieren de un buen ajuste a la hora de soportar la biela para evitar que esta se desplace y dañe el trabajo.
8. Los bujes de mala calidad son los que tienen poca diferencia (3 milésimas de pulgada aprox.) en la medida con el pasador y los bujes de buena calidad son los que tienen una diferencia elevada (20 milésimas de pulgada aprox.) de material para desbastar.
9. Es necesario tener cuidado en la manipulación de casquetes para evitar rayaduras.

10. La manipulación de instrumentos como son los comparadores de caratula demandan mucha atención, porque a la hora de encender la maquina porque cuando cumple un ciclo no hay marcha atrás.
11. La medición y la operación de las maquinas no son 100% efectivas, es necesario que el operario pruebe la Biela en el cigüeñal, el pasador con el buje instalado y juzgue según la experiencia si cumple con los estándares para el funcionamiento.
12. La alineación de Bancada permite que el motor trabaje y sufra desgastes parejos sin esforzar alguna pieza.
13. Existen diferentes métodos de alineación, pero la más precisa es en máquina.
14. Es necesario realizar la prueba de giro antes y después de alinear el bloque para estar seguros de cómo llega y como se va.
15. La operación de aplicar el torque a los bloques se tiene que realizar muy despacio y alternando los tornillos de cada tapa para evitar que se rompan.
16. Es de gran importancia la precisión en la manipulación de instrumentos de medición como micrómetros, para evitar excederse en la apertura del círculo de bancada
17. Los métodos empleados para cerrar el círculo de Bancada son similares a los empleados para cerrar el círculo de Biela
18. El torque aplicado en Bancada es aproximadamente el doble del torque aplicado en Biela para el mismo motor