



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica

**GUÍA TÉCNICA, DE TAREAS BÁSICAS DE RECONSTRUCCIÓN, EN  
MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA**

**Carlos Vilomar Fernández Saquic**

Asesorado por el Ingeniero Byron Giovanni Palacios Colindres

Guatemala, junio de 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**GUÍA TÉCNICA, DE TAREAS BÁSICAS DE RECONSTRUCCIÓN, EN  
MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**CARLOS VILOMAR FERNÁNDEZ SAQUIC**

ASESORADO POR EL ING. BYRON GIOVANNI PALACIOS COLINDRES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO**

GUATEMALA, JUNIO DE 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



### **NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kennet Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vídes Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

### **TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Álvaro Antonio Ávila Pinzón
EXAMINADOR	Ing. Julio César Campos Paiz
EXAMINADOR	Ing. Erik René Guerrero Silva
SECRETARIO	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración, mi trabajo de graduación titulado

### **GUÍA TÉCNICA, DE TAREAS BÁSICAS DE RECONSTRUCCIÓN, EN MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, el 12 de abril de 2005

  
Carlos Vilomar Fernández Saquic

Guatemala, 24 de febrero de 2006.

Ingeniero  
Fredy Mauricio Monroy Peralta  
Director de Escuela  
Ingeniería Mecánica  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala.


Estimado Ingeniero Monroy Peralta.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación titulado "**GUÍA TÉCNICA DE TAREAS BÁSICAS DE RECONSTRUCCIÓN EN MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA**". Desarrollado por el estudiante de Ingeniería Mecánica; Carlos Vilomar Fernández Saquic, con carné No. 96-15608, quien contó con la asesoría del suscrito.

Siendo este proyecto bien ejecutado indudablemente servirá de guía a estudiantes y profesionales en el tema, por lo cual lo doy por aprobado, solicitándole darle el trámite correspondiente.

Sin otro particular, me es grato suscribirme de usted.

Atentamente.



**Ingeniero Mecánico.**  
**Byron Giovanni Palacios Colindres.**  
**Colegiado No. 5641.**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

*"Todo por ti Carolingia mía"  
Dr. Carlos Martínez Durán  
2006: Centenario de su Nacimiento*

El Coordinador del Área Térmica de la Escuela de Ingeniería Mecánica, luego de conocer el dictamen del Asesor y habiendo revisado en su totalidad el trabajo de graduación titulado, GUÍA TÉCNICA, DE TAREAS BÁSICAS DE RECONSTRUCCIÓN, EN MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA del estudiante, **Carlos Vilomar Fernández Saquic**, recomienda su aprobación.

**ID Y ENSEÑAD A TODOS**

  
Ing. Esdras Feliciano Miranda Orozco  
Coordinador de Área

Guatemala, mayo de 2006

/behdei.

## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **DIOS**

Por mostrarme el camino del bien,  
brindarme sabiduría y paciencia en el  
sendero hacia este triunfo.

### **MIS PADRES**

Carlos Enrique Fernández Rodríguez (+)  
Gracias por su apoyo incondicional;  
como un homenaje póstumo a su  
memoria.

Lidia Esperanza Saquic

Por su paciencia, apoyo, amor, cariño y  
confianza, esperando que este triunfo  
sea un granito de arena que contribuya  
a su felicidad.

### **MIS TÍOS Y PRIMOS**

Con mucho cariño.

### **USTED**

Que honra con su presencia este evento

## **AGRADECIMIENTOS**

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

Director: Ing. Fredy Mauricio Monroy Peralta

Asesor: Ing. Byron Giovanni Palacios Colindres

Revisor: Ing. Esdras Feliciano Miranda Orozco



## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	<b>VII</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>XIII</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>XVII</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>XIX</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>XXI</b>

### **1. MARCO TEÓRICO**

1.1	Definición de proyecto	1
1.2	Identificación de la necesidad del proyecto	1
1.3	Antecedentes de talleres de reconstrucción de motores	2

### **2. MEDIOS DE VERIFICACIÓN**

2.1	Instrumentos de medición	3
2.1.1	Instrumentos de materializaciones de medida	3
2.1.2	Instrumentos indicadores de medida	5
2.2	Instrumentos de verificación	6
2.2.1	Sencillos	6
2.2.2	Calibres de límites o tolerancia	8
2.3	Errores en la verificación	9

<b>3.</b>	<b>MAQUINARIA Y EQUIPO DE RECONSTRUCCIÓN</b>	
3.1	Rectificadora de cigüeñales	11
3.1.1	Partes	12
3.1.2	Funciones	13
3.2	Enderezadora de cigüeñales	14
3.2.1	Partes	14
3.2.2	Funciones	15
3.3	Rectificadora de bloque de cilindros	15
3.3.1	Partes	16
3.3.2	Funciones	17
3.4	Rectificadora de bancada de bloque de cilindros	17
3.4.1	Partes	18
3.4.2	Funciones	19
3.5	Rectificadora de bielas	20
3.5.1	Partes	20
3.5.2	Funciones	21
3.6	Rectificadora de válvulas	21
3.6.1	Partes	22
3.6.2	Funciones	23
3.7	Cepillo de cabeza de cilindros	23
3.7.1	Partes	24
3.7.2	Funciones	24
3.8	Equipo de fresado de cabeza de cilindros	25
3.8.1	Partes	28
3.8.2	Funciones	28
3.9	Equipo para prueba hidrostática de cabeza de cilindros	29
3.9.1	Partes	29
3.9.2	Funciones	30

3.10	Equipo de soldadura eléctrica	31
3.10.1	Partes	32
3.10.2	Funciones	32
3.11	Equipo de soldadura oxiacetilénica	32
3.11.1	Partes	33
3.11.2	Funciones	34
3.12	Equipo extra.	34
<b>4.</b>	<b>PIEZAS A RECTIFICAR</b>	
4.1	Eje de cigüeñal	38
4.2	Diagnóstico del eje de cigüeñal	39
4.2.1	Pulido de eje de cigüeñal	41
4.2.2	Rectificado de eje de cigüeñal	42
4.2.3	Metalizado de eje de cigüeñal	45
4.2.3.1	Metalizar pista frontal y posterior	46
4.2.3.2	Metalizar parte lateral	47
4.2.3.3	Metalizar muñones	47
4.3	Eje de levas	47
4.4	Diagnóstico del eje de levas	48
4.4.1	Pulir eje de levas	49
4.4.2	Metalizar eje de levas	49
4.4.3	Rectificar eje de levas	50
4.5	Eje de balance	51
4.6	Diagnóstico de eje de balance	52
4.6.1	Pulir eje de balance	52
4.6.2	Metalizar eje de balance	52
4.6.3	Rectificar eje de balance	52
4.7	Bloque de cilindros	53
4.8	Diagnóstico del bloque de cilindros	54

4.9	Pulido de bloque de cilindros	55
4.10	Rectificar bloque de cilindros	58
4.11	Instalación de cilindros metálicos en bloque de cilindros	61
4.12	Rectificar bancadas a bloque de cilindros	63
4.13	Ajuste de bancada de bloque de cilindros	65
4.14	Cambio de bujes de eje de levas a bloque de cilindros	67
4.15	Metalizado de bloque de cilindros	68
	4.15.1 Metalizar bancada a bloque de cilindros	69
	4.15.2 Metalizar tapadera a bloque de cilindros	71
	4.15.3 Metalizar lateral a bloque de cilindros	71
4.16	Biela	73
4.17	Diagnóstico de bielas	74
4.18	Rectificado de diámetro de biela	74
4.19	Cambio de bujes de biela	75
4.20	Alineación de bielas	77
4.21	Armado de pistones a presión	78
4.22	Cabeza de cilindros	80
4.23	Diagnóstico de cabeza de cilindros	81
4.24	Fresado de asientos de válvulas	83
4.25	Rectificado de válvulas	88
4.26	Asentar válvulas y asientos	90
4.27	Cambio de guías de válvulas	91
4.28	Pulido de guías de válvulas	94
4.29	Adaptación de guías de válvulas	95
4.30	Cepillado de cabeza de cilindros	95
4.31	Rayado a cabeza de cilindros	100
4.32	Cambio de fundas de inyector en cabeza de cilindros	100

<b>5. ESTUDIO Y EVALUACIÓN DE LA RENTABILIDAD DEL PROYECTO</b>	
5.1 Recepción y asignación de tareas de reconstrucción	101
5.2 Diagnóstico de piezas a reparar	103
5.3 Requerimiento de piezas a reemplazar	104
5.4 Información de tareas a realizar en piezas	106
5.5 Supervisión y control de calidad en trabajos	108
5.6 Entrega del trabajo finalizado	108
5.7 Justificación y análisis de variable reclamación	109
5.7.1 Antes del proyecto	109
5.7.2 Después del proyecto	109
5.7.3 Análisis comparativo	110
<b>CONCLUSIONES</b>	111
<b>RECOMENDACIONES</b>	112
<b>REFERENCIAS</b>	113
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	114
<b>ANEXOS</b>	115



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1	Instrumentos de materialización de medida	4
2	Instrumentos indicadores de medida	5
3	Instrumentos de verificación sencillos de espesores	7
4	Instrumentos de verificación de curvaturas	8
5	Calibre de límites o tolerancia	9
6	Rectificadora de cigüeñales	11
7	Rectificadora de cigüeñales	12
8	Enderezadora de cigüeñales	14
9	Rectificadora de bloque de cilindros portátil	15
10	Rectificadora de bloque de cilindros de pedestal	16
11	Rectificadora de bancada de bloque de cilindros	17
12	Rectificadora de bancada de bloque de cilindros	18

13	Rectificadora de bielas	20
14	Rectificadora de válvulas	21
15	Rectificadora de válvulas	22
16	Cepillo de cabeza de cilindros	23
17	Equipo para fresado de cabeza de cilindros	25
18	Equipo para fresado de cabeza de cilindros	26
19	Herramienta para fresado de cabeza de cilindros	26
20	Máquina para reacondicionar herramientas de fresado de asientos de válvulas	27
21	Máquina para reacondicionar herramientas de fresado de asientos de válvulas	27
22	Equipo para prueba hidrostática de cabeza de cilindros	29
23	Equipo de soldadura eléctrica	31
24	Equipo de soldadura oxiacetilénica	33
25	Equipo hidráulico	34



26	Esmeril	35
27	Compresor	35
28	Torno	36
29	Torno	36
30	Taladro de pedestal	37
31	Taladro de pedestal	37
32	Eje de cigüeñal	39
33	Diagnóstico de eje de cigüeñal	40
34	Pulido de eje de cigüeñal	41
35	Rectificación de eje de cigüeñal	42
36	Limpieza de conductos de lubricación	44
37	Moleteado de superficie de sellado	44
38	Eje de levas o árbol de levas	48
39	Diagnóstico de un eje de levas	49
40	Rectificación de eje de levas	50

41	Eje de balance	51
42	Bloque de cilindros	53
43	Cepillado del bloque de cilindros	54
44	Pulido del bloque de cilindros	57
45	Superficie pulida en un bloque de cilindros	57
46	Medición de conicidad del bloque de cilindros	59
47	Prueba ultrasónica para determinar el espesor de la pared del bloque de cilindros	60
48	Rectificación del bloque de cilindros	61
49	Perforación del bloque de cilindros para encamisarlo	62
50	Rectificación de bancada del bloque de cilindros	65
51	Herramienta para realizar el cambio de bujes de eje de levas, en el bloque de cilindros	68
52	Bancada central del bloque de cilindros metalizado	70
53	Método de verificación de las bancadas centrales de un bloque de cilindros después de metalizado y rectificado	70

54	Bloque de cilindros metalizado y maquinado en la parte lateral	72
55	Partes de una biela	73
56	Método de rectificación de diámetro de biela	75
57	Cambio de bujes de biela	76
58	Alineación de bielas	77
59	Armado de pistones a presión, instalación de perno a presión	78
60	Método para expandir el ojo de biela	79
61	Cabeza de cilindros (culata)	80
62	Revisión de superficie de cabeza de cilindros	82
63	Impulsor y sostén de la piedra para rectificado de asientos	84
64	Revisión del asiento de válvulas	85
65	Contacto entre válvula y asientos de una cabeza de cilindros	87
66	Flujo enfriador	88
67	Válvula rectificada o esmerilada	89
68	Asiento de válvula	90

69	Corte seccional de un asiento de culata y válvula	91
70	Conjunto de guía y válvula	92
71	Procedimiento de reemplazo de guía de válvula	92
72	Método de cambio de guías de válvulas	93
73	Limpieza de cabeza de cilindros	96
74	Verificación de alabeo de la culata	96
75	Revisión de la torcedura de la culata	97
76	Método de rectificación cabeza de cilindros	98
77	Fresa, muela o piedra para rectificar	99

### **TABLAS**

I	Órdenes ingresadas antes del inicio del proyecto	115
II	Órdenes ingresadas finalizado el proyecto	116
III	Análisis comparativo, órdenes ingresadas antes del inicio del proyecto	117
IV	Análisis comparativo, órdenes ingresadas después de finalizado el proyecto	117

## GLOSARIO

- Ajustar:** Trabajar una pieza de metal para que funcione nuevamente, en su lugar, en condiciones similares a las de fábrica.
- Ajuste de bancada:** Se refiere al trabajo realizado, de medir el espacio para que exista la película adecuada de aceite lubricante, entre la parte inferior del bloque de cilindros con sus respectivas tapaderas y el eje de cigüeñal.
- Bancada:** Soporte de la parte inferior del bloque de cilindros, del motor de combustión interna, donde se instala, el eje de cigüeñal, por medio de tapaderas metálicas.
- Biela:** Barra metálica que une la cabeza del pistón y el eje de cigüeñal, permitiendo así que se transmita el movimiento y se transforme de rectilíneo en circular.
- Bloque de cilindros:** Pieza donde van colocados los cilindros, la cual sirve como soporte para las demás piezas y accesorios.

- Bruñido:** En mecánica, se refiere a la tarea de pulir la parte interior de un cilindro, utilizando una herramienta que contenga material abrasivo.
- Buje:** Arandela colocada en el interior de una pieza, la cual sirve para atenuar el rozamiento entre dos piezas que se encuentran en movimiento.
- Camisa:** En mecánica, se refiere a un revestimiento interior, el cual se coloca a los cilindros del bloque, cuando éstos tienen un desgaste demasiado grande.
- Culata:** En motores de combustión interna es la parte superior de los cilindros, la cual forma la tapa de la cámara de combustión y está fijada al bloque de cilindros por medio de tornillos.
- Eje de cigüeñal:** Eje acodado, sujetado en el bloque de cilindros por medio de bancadas, en el cual van ajustadas las bielas unidas a los pistones y tiene la misión de transformar la fuerza del pistón en un momento de giro.

<b>Error de verificación:</b>	Desacuerdo, en la operación de verificar piezas a ser rectificadas.
<b>Instrumento:</b>	Aparato para realizar algún trabajo de comparación con un patrón establecido.
<b>Metalizar:</b>	Cubrir una superficie, con una capa de metal o de aleación.
<b>Metalizado en caliente:</b>	Fundir metal en una superficie deteriorada, por medio de soldadura, con el fin de recobrar la superficie dañada.
<b>Metalizado en frío:</b>	Fundir o proyectar metal en una superficie dañada, por medio de un chorro, donde la temperatura no se incrementa, a valores significativos, que puedan dañar la estructura interna de la pieza que se desea metalizar.
<b>Reconstruir:</b>	Proceso de volver a construir, alguna máquina destruida.
<b>Rectificar:</b>	Operación consistente en afinar por amoladura la superficie de piezas ya labradas.

**Válvula:**

En motores de combustión interna, se refiere al elemento colocado en la parte superior de un cilindro, de modo que en el orificio, donde se coloca, ingrese aire o se evacuen los gases quemados.

**Verificar:**

Comprobar la exactitud o el estado de una superficie trabajada



## RESUMEN

La mayor parte de este trabajo, hace mención de la mayoría de tareas básicas de reconstrucción en motores de combustión interna. El estudio incluye la definición del proyecto, la identificación de la necesidad del proyecto y una reseña histórica de los talleres de reconstrucción de motores en Guatemala. Se basa en el estudio de los instrumentos de medición, haciendo una división entre instrumentos de medición e instrumentos de verificación, se hace mención de los errores más frecuentes en la medición y verificación. Se estudia la maquinaria y equipo usado en la reconstrucción de motores de combustión interna.

También, se analizan las piezas básicas de las cuales está constituido el motor de combustión interna, susceptibles de reconstrucción. Se hizo una evaluación de la rentabilidad del proyecto, basada en el control de las reclamaciones ya que estas inciden de forma económica y administrativa; generando pérdidas de utilidades a la empresa. El control de las reclamaciones se hizo utilizando técnicas, que nos ayudan a minimizarlos.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Proporcionar una guía a ingenieros, gerentes de servicio, gerentes de transportes, jefes de taller, supervisores de taller, mecánicos automotrices y estudiantes de ingeniería mecánica, en la cual se detalla el itinerario de los procesos de reconstrucción en un motor de combustión interna, que responda a los requisitos de costo y calidad dentro del contexto de la industria automotriz.

### **Específicos**

- 1) Brindar un manual complementario de apoyo, al laboratorio de motores de combustión interna de la escuela de ingeniería mecánica, que contenga las tareas básicas de reconstrucción a realizar a un motor de combustión interna.
  
- 2) Aportar al área de la mecánica de motores, en el tema de la reconstrucción, una guía profesional de reconstrucción de motores de combustión interna.
  
- 3) Dar el primer paso, para en el futuro implementar un laboratorio, y así brindar una enseñanza más completa en motores de combustión interna.



## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo, consiste en una guía en la que se hace una aplicación para solucionar situaciones indeseables, al momento de realizar trabajos de readecuación en un motor. Siendo una guía que describe de manera factible, viable y aplicable, un programa de reconstrucción de motores de combustión interna. Se desarrolló una descripción de la necesidad del proyecto, la historia de los talleres de reconstrucción de motores de combustión interna en Guatemala, estudio de los instrumentos de medición necesarios en las tareas de reconstrucción de motores de combustión interna y los errores más comunes en la medición, partiendo de una clasificación técnica y científica.

También se realizó el estudio de las máquinas y equipo a usar en las tareas básicas de la reconstrucción de motores de combustión interna, clasificando el uso, funciones y partes para el cual fueron fabricadas. Conjuntamente, se llevó a cabo el diagnóstico físico de manera profesional, de las distintas partes que componen la estructura fundamental de un motor de combustión interna. Por último, se analizó y justificó el proyecto mediante la medición de la variable reclamaciones, la cual se clasificó antes y después del proyecto para determinar retrasos, desde los escenarios técnico y administrativo, y determinar la incidencia en costos económicos.



# **1. MARCO TEÓRICO**

## **1.1 Definición del proyecto**

El presente trabajo de graduación: “GUÍA TÉCNICA DE TAREAS BÁSICAS DE RECONSTRUCCIÓN EN MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA”, tiene su origen en la necesidad de solucionar inconvenientes, al momento de realizar trabajos de readecuación en un motor y proporcionar una guía técnica de tareas básicas. La inquietud de este proyecto es, satisfacer una necesidad presente en la industria automotriz, debido a que no existe una fuente de información específica, que tenga registradas las tareas básicas de reconstrucción a realizar en las piezas de un motor de combustión interna. Se obtiene una estructura lógica en un orden que satisfaga las necesidades de todos los involucrados, directa o indirectamente con la reconstrucción de motores, por lo que la estructura aquí desarrollada, será un reflejo de los procedimientos básicos que se utilizan al momento de realizar el diagnóstico técnico y profesional, a cualquier pieza fundamental del motor.

## **1.2 Identificación de la necesidad del proyecto**

Se sabe que las empresas de reconstrucción de motores de combustión interna, están experimentando un crecimiento en este momento, debido al constante evolucionar de la tecnología automotriz y para poder competir en el mercado, deben brindar un servicio eficiente, de la más alta calidad. En el país existen pocas empresas que prestan el tipo de servicio de la manera que este proyecto pretende establecer, debido a que es difícil encontrar mano de obra calificada para brindarlo. Las empresas que prestan este servicio actualmente, trabajan de manera empírica y desordenada, por tanto, existe una demanda insatisfecha, por esto se da un itinerario de los procesos de reconstrucción, de manera técnica y profesional que responda a los requisitos de calidad, servicio y costo.

### **1.3 Antecedentes de talleres de reconstrucción de motores**

Desde el momento en que a Guatemala se introdujeron vehículos con motor de combustión interna, se hizo necesario su mantenimiento por personal calificado. El funcionamiento de estas máquinas produce desgaste, se necesita mantenimiento y reconstrucción, partiendo de la rectificación de las piezas fundamentales que conforman el motor.

En el país, el pionero en la reconstrucción de motores de combustión interna fue el taller fundado en 1939 por los hermanos Wolff, el cual lleva hasta la actualidad el nombre de Talleres Wolff. Luego, incursionó en el mercado de la reconstrucción, el señor Juan Andrade en 1940, con el taller Reconstructora de Motores Andrade; para el año de 1953 se funda la empresa Comercial Motores, de el señor Roberto Marroquín, la cual vendía motores reconstruidos; en 1955, el taller del señor Juan Andrade cambia de Reconstructora de Motores Andrade a Motores Reconstruidos de Guatemala, estando la administración a cargo de el señor Juan Andrade hijo, hasta la actualidad. En el año de 1959, Comercial Motores cambia de nombre, llamándose Metalizadora Comercial Motores a la actualidad, debido a que se introduce en ese año el proceso de metalizado en frío. En el año de 1959 aparece otra empresa que también, hasta la fecha, se mantiene en el mercado, la cual recibe el nombre de Talleres Furlán, fundado por el señor Enrique Furlán y su hijo, el señor Danilo Furlán. Con los datos recopilados y expuestos anteriormente, se hace una reseña de la historia de la reconstrucción de motores de combustión interna en Guatemala, historia que por sí sola nos hace viajar en el tiempo, por más de cinco décadas de trabajo en motores.



## **2. MEDIOS DE VERIFICACIÓN**

Entender, manipular, controlar máquinas y procesos de readecuación depende en parte de los medios de verificación. Según sea la clase de comprobación que con ellos se realice, se dividen en instrumentos de medición.

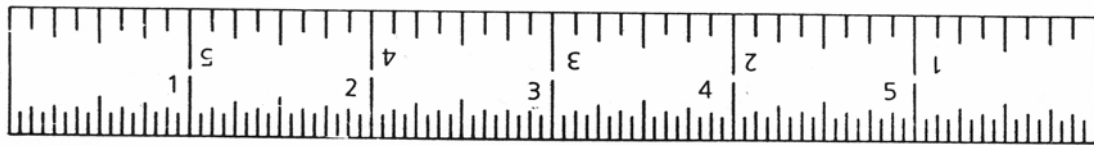
### **2.1 Instrumentos de medición**

Cualquier aparato que pueda usarse para obtener una medida dimensional o angular. Éstos se dividen en elementos patrones, instrumentos materializadores de medida e instrumentos indicadores de medida. Los instrumentos de medición son sencillos, para realizar la medición se sujetan con la mano.

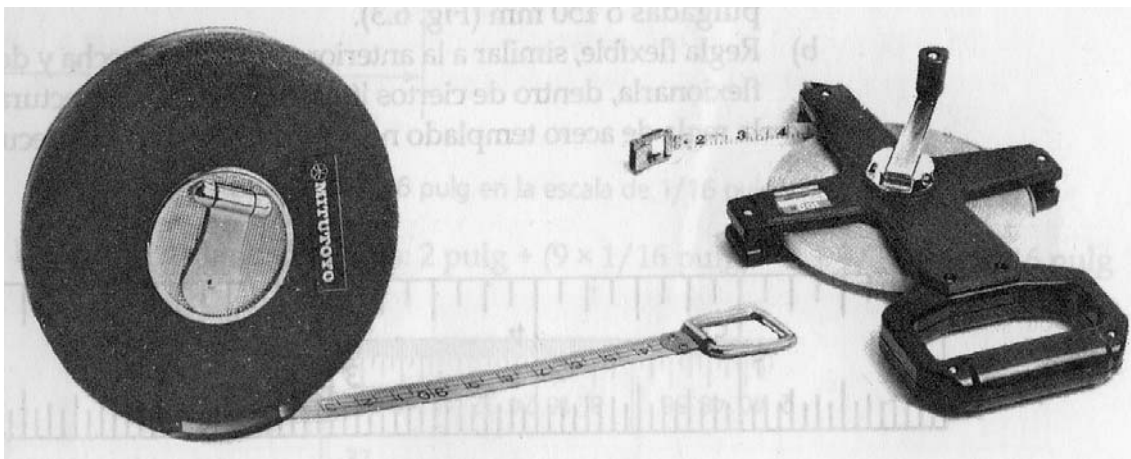
#### **2.1.1 Instrumentos de materializaciones de medida**

Dichos instrumentos establecen, mediante una distancia fija o posición de superficie la distancia de trazos, una o varias magnitudes de medida. En el proceso de medición no se mueve en ellas una contra ninguna otra pieza. Ejemplo de ellos son las escuadras de 90 grados, reglas graduadas, calibres, como se indica en la figura 1.

**Figura 1. Instrumentos de materializaciones de medida**



Fuente: González, Carlos y Zeleny Ramón. Metrología, Página 68.



Fuente: González, Carlos y Zeleny Ramón. Metrología, Página 67.

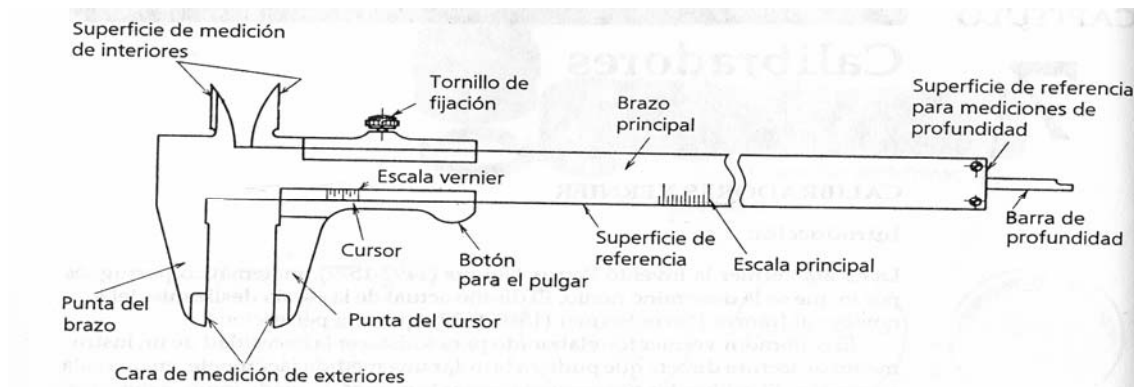


Fuente: González, Carlos y Zeleny Ramón. Metrología, Página 68.

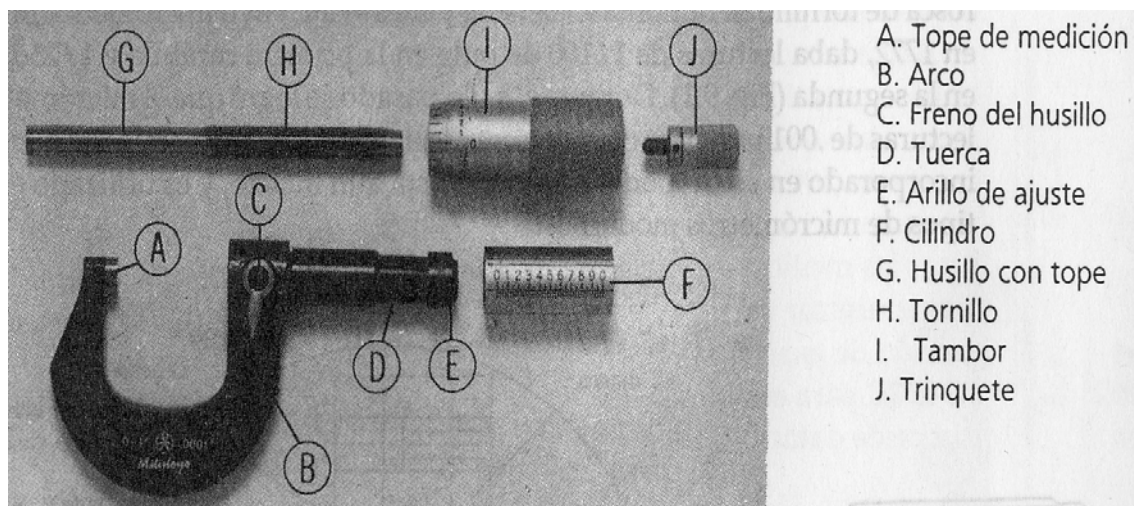
## 2.1.2 Instrumentos indicadores de medida

Estos instrumentos señalan el valor de la medición en una escala graduada mediante una marca o un índice, se pueden usar para tomar medidas interiores o exteriores en un rango de dimensiones. Ejemplo de ellos es el pie rey (vernier), el micrómetro conocido como palmer y medidores de ángulos. Como se ve en la figura 2.

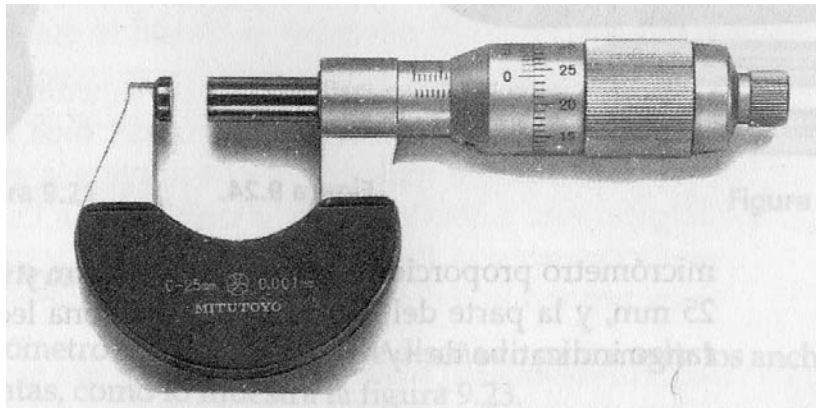
**Figura 2. Instrumentos indicadores de medida**



Fuente: González, Carlos y Zeleny Ramón. Metrología, Página 84.



Fuente: González, Carlos y Zeleny Ramón. Metrología, Página 164.



Fuente: González, Carlos y Zeleny Ramón. Metrología, Página 178.

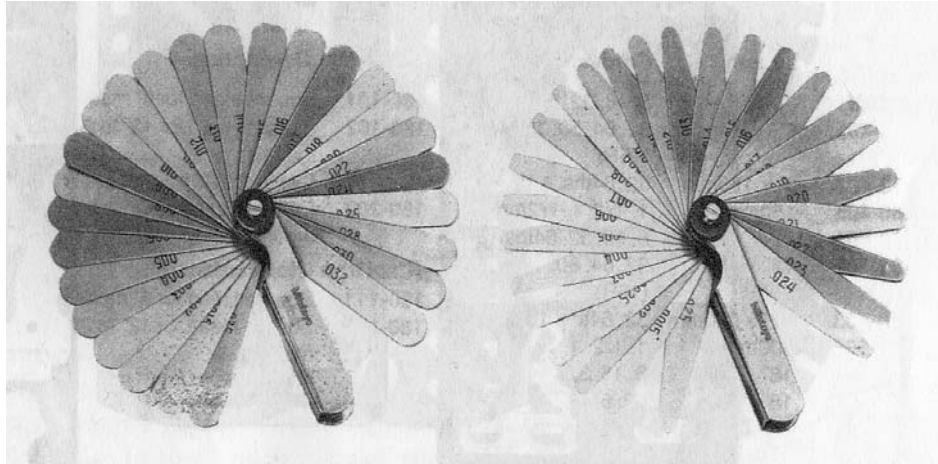
## 2.2 Instrumentos de verificación

Son medios de verificación que materializan la medida o la forma de la pieza a calibrar, a veces ambas cosas a la vez. El valor verdadero que nos daría un calibre se mide por su exactitud y vida útil en servicio, debido a que éstos están sometidos a desgaste abrasivo durante su uso. Estos instrumentos se clasifican como calibres sencillos o de interiores y calibres para límites o para exteriores.

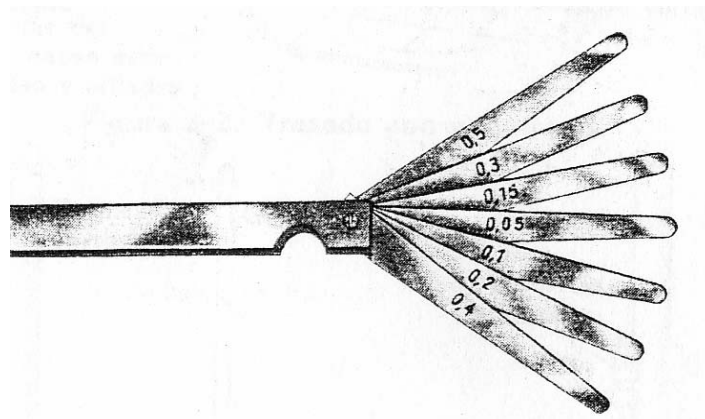
### 2.2.1 Sencillos

Se llaman así los calibres de espesores, los de alambres y los de radios de curvatura. Los más utilizados son los de espesores (láminas metálicas), estos medidores consisten en láminas delgadas que tienen marcado su espesor y que son utilizados para medir pequeñas aberturas o ranuras, existen juegos de estos instrumentos con diversas cantidades de espesor, las cuales pueden estar en centésimas de milímetro o milésima de pulgada. Como se observa en la figura 3.

**Figura 3. Instrumentos de verificación sencillos de espesores**



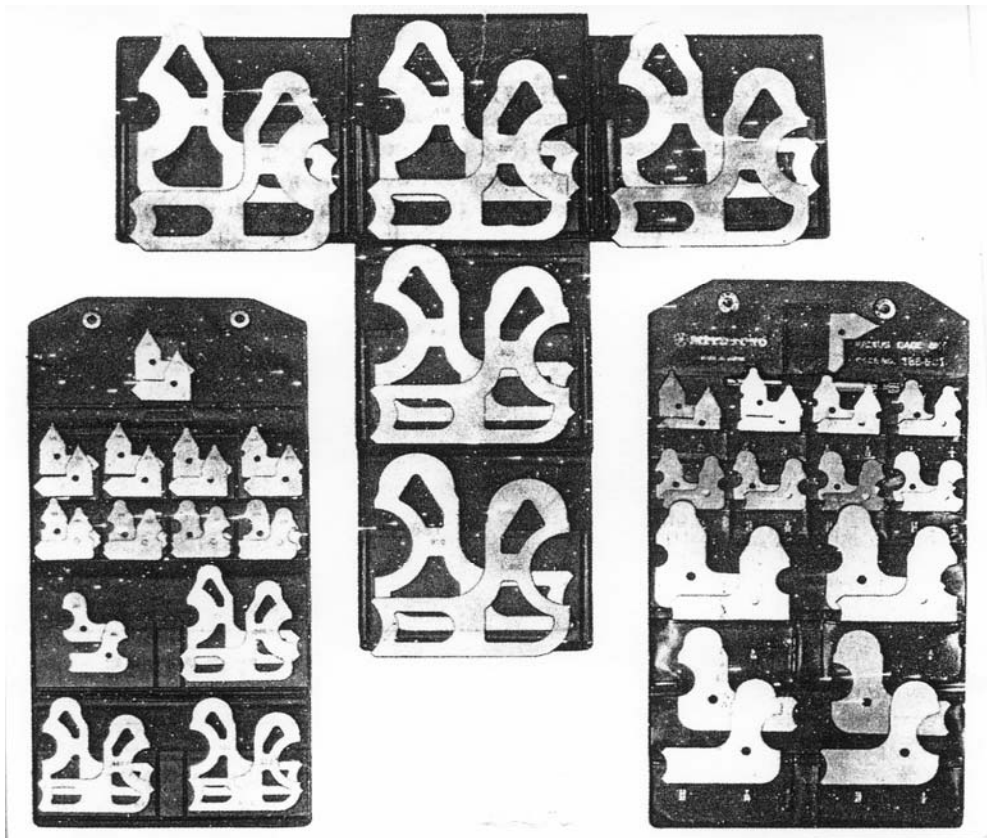
Fuente González, Carlos y Zeleny Ramón. Metrología, Página 73



Fuente: Gerschler, Hellmut y Max Bohner. Tecnología del automóvil. Tomo I. Página 119.

Los calibres de radio de curvatura consisten en una serie de láminas marcadas en milímetros o en fracciones de pulgada, con los correspondientes radios cóncavos y convexos. Como se observa en la figura 4.

**Figura 4. Instrumentos de verificación sencillos de curvatura**

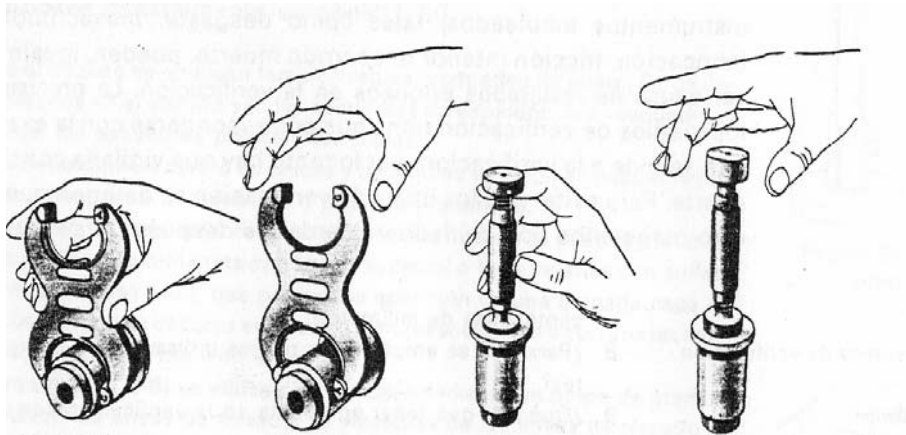


Fuente: González, Carlos y Zeleny Ramón. Metrología, Página 74.

### **2.2.2 Calibres de límites o tolerancia**

Este tipo de calibre en un extremo lleva una forma y en el otro extremo otra forma, para poder verificar agujeros. Los lados se llaman “pasa “ y “no pasa” . Ver figura 5.

**Figura 5. Calibre de límites o tolerancia**



Fuente: Gerschler, Hellmut y Max Bohner. Tecnología del automóvil. Tomo I. Página 119.

### **2.3 Errores en la verificación**

Al hacer mediciones, las lecturas que se obtienen nunca son exactamente iguales, aún cuando las efectúe la misma persona, sobre la misma pieza, con el mismo instrumento, por eso toda medición viene falseada por influencias del ambiente, del instrumento, así como por imperfección de la pieza que se verifica, de los medios utilizados para la verificación y del procedimiento. Los errores debidos al medio ambiente son provocados, generalmente, por el calor de las manos, la radiación solar o el calor de la atmósfera de trabajo. Los errores pueden provenir tanto por la diferencia de dilataciones del material de la pieza y del instrumento de verificación, como por la diferencia de temperaturas entre la pieza y el instrumento empleado. Para evitar estos errores se ha fijado una temperatura unificada de referencia de veinte grados centígrados. Los defectos por influencias del instrumento consisten en el manejo incorrecto de los medios de verificación, tacto defectuoso, errores de lectura, superficies de medición sucias. Los errores de lectura se presentan cuando no se dirige la visual perpendicularmente a la escala graduada del instrumento de medida, a esto se le llama error de paralaje.

La falta de tacto puede conducir a presión de medición demasiado alta o demasiado baja, y con ello ser origen de errores. Los errores debidos a los medios de verificación, son por defectos de los instrumentos empleados tales como desgaste, inexactitudes de fabricación, fricción interior, pueden igualmente ser causa de resultados erróneos en la verificación. La precisión de los medios de medición tiene que corresponder con la exactitud que se pide a la verificación; por lo tanto, hay que vigilar constantemente. Para evitar que los instrumentos de verificación se deterioren, es preciso manejarlos con cuidado y guardarlos después de su uso.

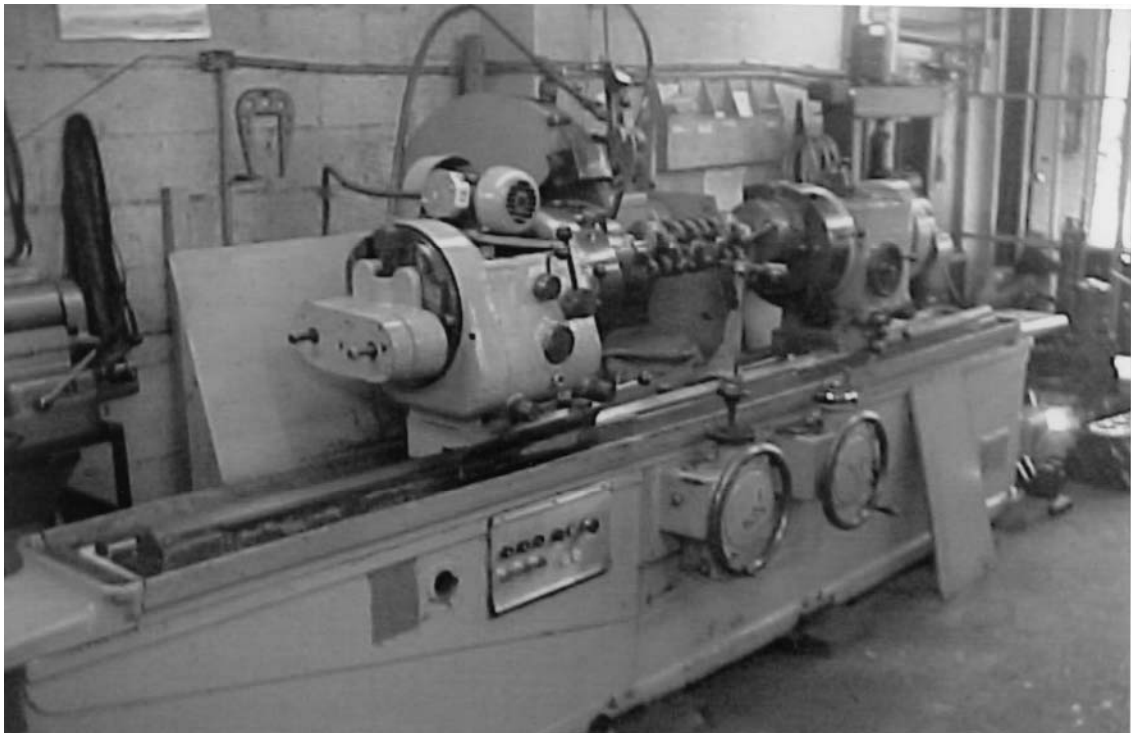


### 3. MAQUINARIA Y EQUIPO DE RECONSTRUCCIÓN

#### 3.1 Rectificadora de cigüeñales

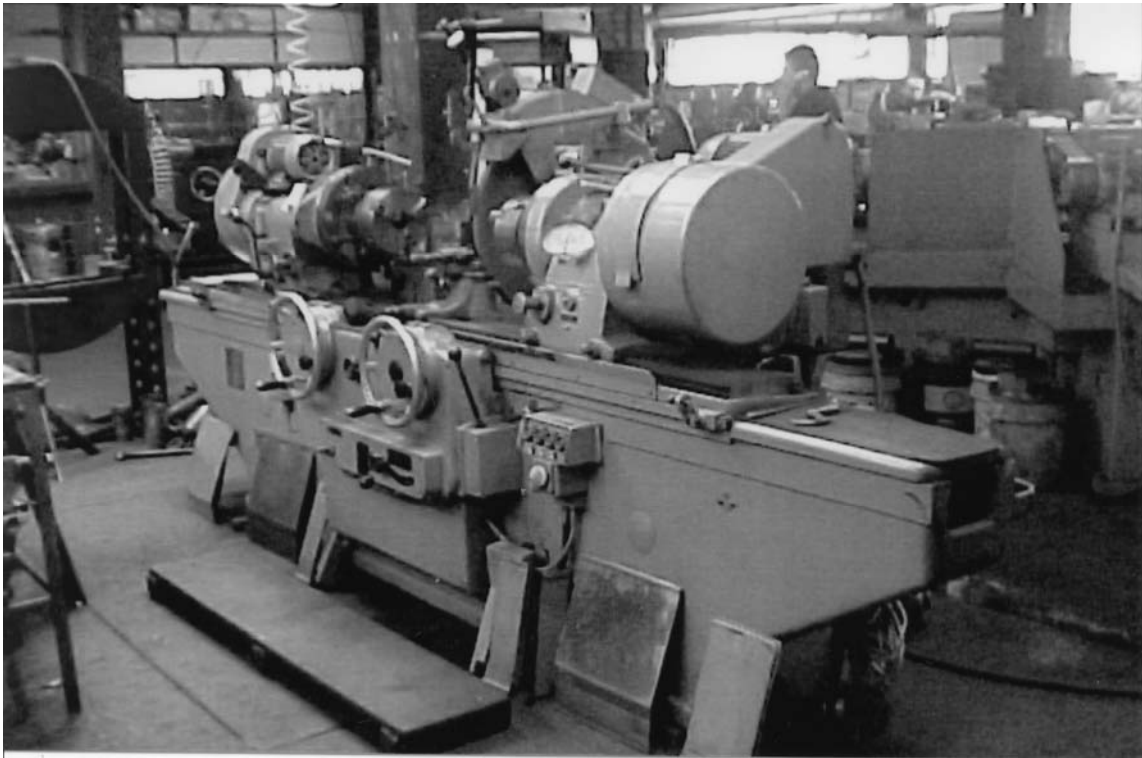
Máquina utilizada en la reconstrucción de motores, para trabajar el eje de cigüeñal, logrando que este eje pueda funcionar nuevamente, al ser instalado en el bloque de cilindros. En la figura número 6 y 7 se aprecian dos máquinas para rectificar ejes de cigüeñal.

**Figura 6. Rectificadora de cigüeñales**



Fuente: Taller Reconstructora de Motores Hernández.

**Figura 7. Rectificadora de cigüeñales**



Fuente: Taller Motores Reconstruidos de Guatemala.

### **3.1.1 Partes**

La rectificadora de cigüeñales se compone de las siguientes partes:

- Cabezales (arrastre y punto o colocación)
- Amortiguadores de torsión
- Bases para graduar la carrera o avance
- Contrapesos
- Bancada corrediza de mando hidráulico
- Porta-muela
- Porta-instrumentos calibrador para verificar diámetro de muñón
- Mandos mecánicos de avance rápido, avance lento

- Mando hidráulico de la porta-muela
- Pulidora
- Luneta de soporte
- Luneta porta-reloj para centrar
- Luneta porta-diamante (para rectificar muela en la parte frontal y radio)
- Motores eléctricos
- Depósito para líquido refrigerante

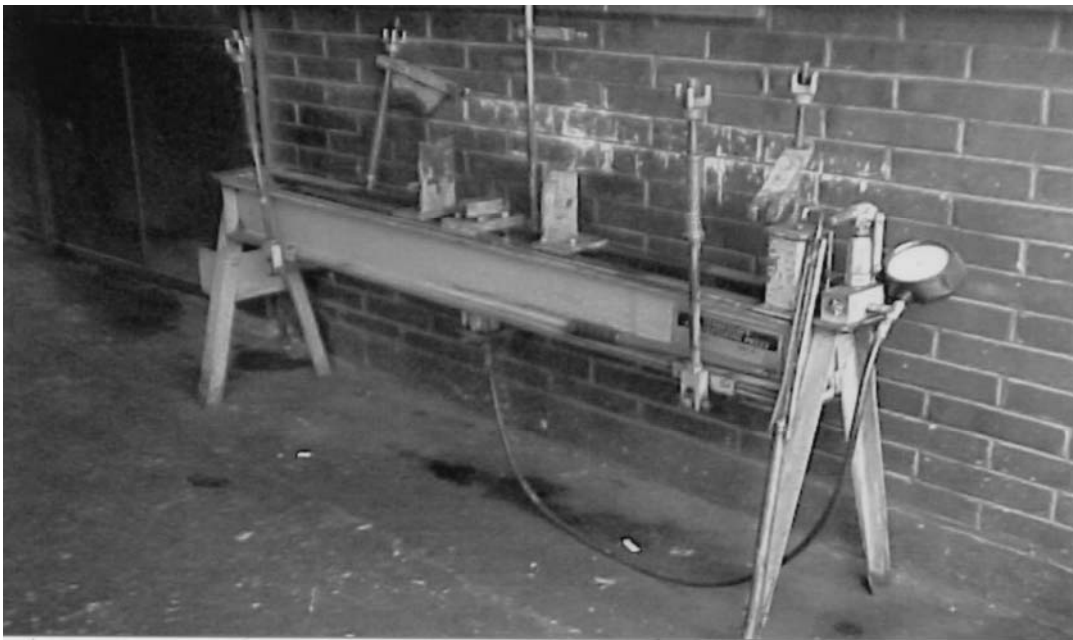
### **3.1.2 Funciones**

Las funciones son las siguientes: rectificación de los muñones centrales, de biela, pulido de los muñones centrales, de biela. La rectificación y el pulido de los muñones, se decide partiendo como punto de referencia el diagnóstico (ver capítulo número 4) hecho al eje por medio del técnico. Las medidas más comunes a las cuales se rectifica un eje de cigüeñal son 0.25 centésimas de milímetro (0.010 de pulgada), 0.50 centésimas de milímetro (0.020 de pulgada), 0.75 centésimas de milímetro (0.030 de pulgada), y en algunas marcas de motores se puede rectificar los muñones centrales de biela, hasta una medida de 1 milímetro (0.040 de pulgada). Respecto al trabajo de pulir los muñones centrales, de biela, se refiere a la tarea simple de quitarles cierta rugosidad que se puede eliminar por medio del uso de una faja, número 320 la cual consta de cierto grano abrasivo muy fino. Esta tarea es simple y la medida resultante del eje de cigüeñal no se altera respecto a la que poseía antes de ser pulido.

### 3.2 Enderezadora de cigüeñales

Máquina utilizada en la industria de la rectificación de motores, para enderezar ejes de cigüeñales torcidos. En la figura 8 se ilustra una máquina enderezadora de cigüeñales.

**Figura 8. Enderezadora de cigüeñales**



Fuente: Taller Motores Reconstruidos de Guatemala.

#### 3.2.1 Partes

La enderezadora de cigüeñales se compone de las siguientes partes:

- Bases
- Marco
- Equipo hidráulico
- Instrumento de verificación de torcedura
- Sujetadores

### 3.2.2 Funciones

En una enderezadora de cigüeñales, logramos componer los ejes de cigüeñales torcidos, por medio de la aplicación de una presión hidráulica, logrando así enderezar o regresar a su posición original al eje de cigüeñal, para luego poder trabajarlo en las máquinas que corresponden. Un eje de cigüeñal se considera torcido toda vez, que éste sufra fundición en funcionamiento, los valores de torcedura pueden variar y no existen medidas mínimas de torcedura como medidas máximas de torcedura.

### 3.3 Rectificadora de bloque de cilindros

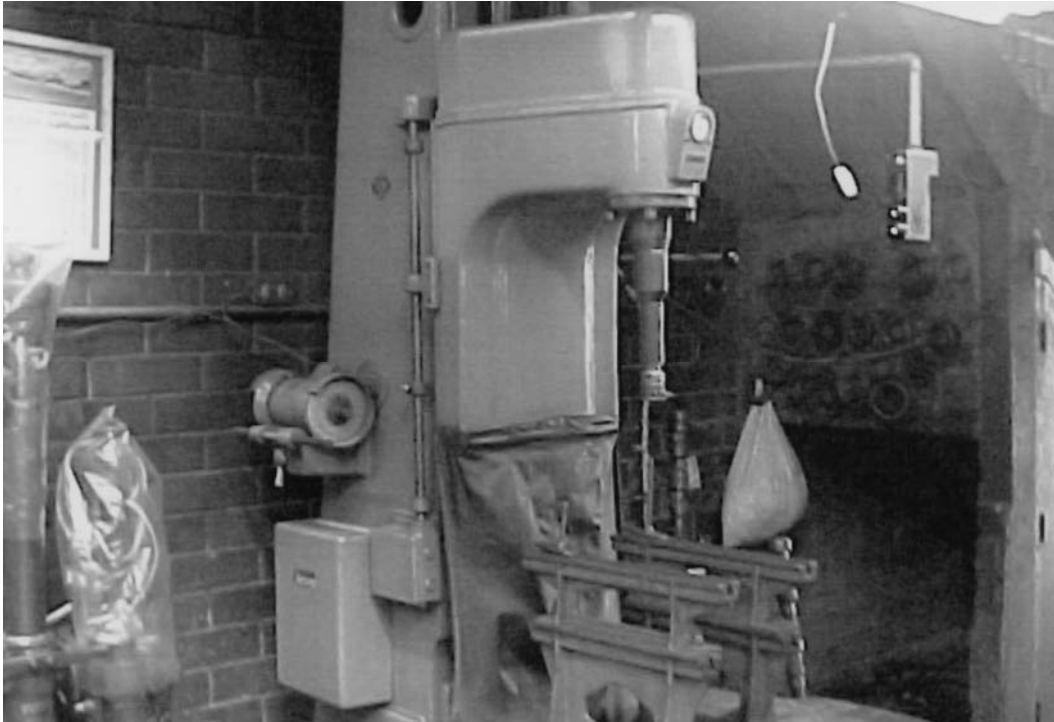
Máquina utilizada para rectificar el bloque de cilindros, este rectificado puede ser mayor a la medida estándar o para poder colocar cilindros de hierro fundido, conocidas como camisas, para poder armar el motor con pistones estándar. Las rectificadoras de bloque de cilindros se clasifican de dos tipos: de pedestal y portátil. En la figura 9 y 10 se ilustra la rectificadora de cilindros portátil y de pedestal respectivamente.

**Figura 9. Rectificadora de bloque de cilindros portátil**



Fuente: Reconstructora de Motores M & G

**Figura 10. Rectificadora de bloque de cilindros de pedestal**



Fuente: Taller Motores Reconstruidos de Guatemala.

### **3.3.1 Partes**

La rectificadora de bloque de cilindros de pedestal se compone de las siguientes partes:

- Bancada
- Soportes (altos y bajos)
- Mandril (de distintos diámetros para los diversos bloques existentes)
- Mando de accionamiento
- Herramienta de corte
- Motor eléctrico

### **3.3.2 Funciones**

La función principal de esta máquina, consiste en cortar las paredes del cilindro, utilizando una herramienta de corte, a una medida mayor de la que da el fabricante como medida estándar. Las medidas comunes a trabajar, son medidas mayores a las de fábrica, éstas son 0.50 centésimas de milímetro (0.020 pulgada), 0.75 centésimas de milímetro (0.030 pulgada) y 1 milímetro (0.040 pulgada). Se corta la pared del cilindro hasta un máximo de 1 milímetro porque, si el corte es mayor, la pared del cilindro se pone frágil. Sin embargo, no se debe dejar de apegarse a los datos técnicos que da el fabricante.

### **3.4 Rectificadora de bancada de bloque de cilindros**

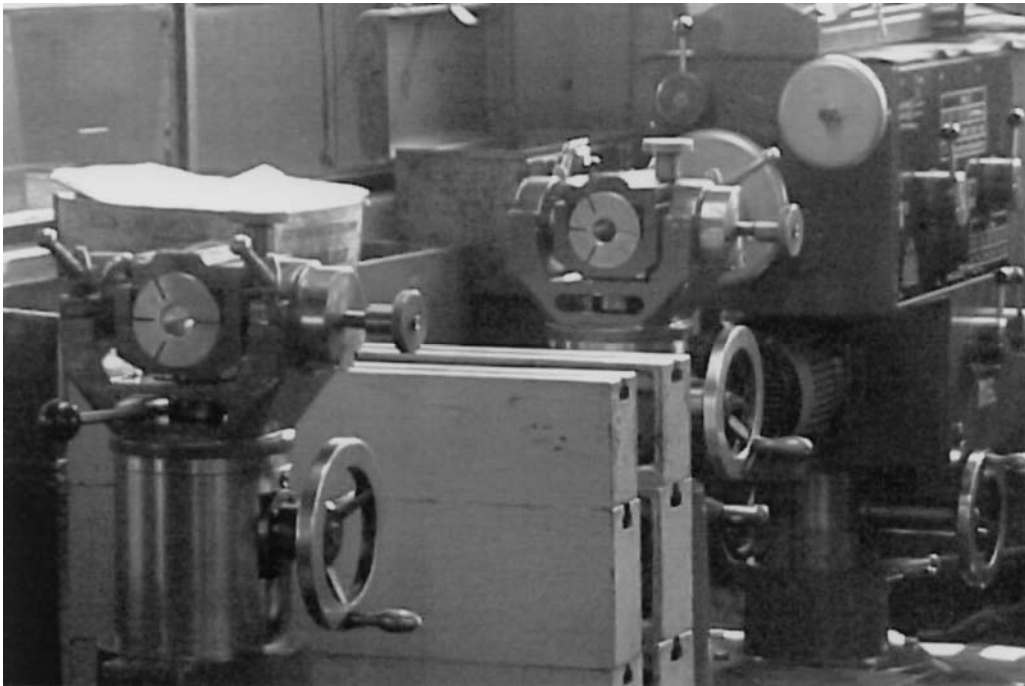
Máquina utilizada para afinar por amoladura la superficie del bloque de cilindros, donde asienta el eje de cigüeñal. En la figura 11 y 12 se ilustra una máquina para rectificar bancada de bloque de cilindros.

**Figura 11. Rectificadora de bancada de bloque de cilindros**



Fuente: Taller Motores Reconstruidos de Guatemala.

**Figura 12. Rectificadora de bancada de bloque de cilindros**



Fuente: Taller Motores Reconstruidos de Guatemala.

### **3.4.1 Partes**

La rectificadora de bancada de bloques de cilindros se compone de las siguientes partes:

- Mando mecánico
- Bancada
- Soportes
- Porta-herramienta de corte
- Barra alineadora de bancada (medidas de  $\frac{3}{4}$  de pulgada, 2 pulgadas y 3 pulgadas)
- Bases
- Soporte para barra alineadora
- Instrumento de verificación de diámetro externo e interno



- Motor eléctrico

### **3.4.2 Funciones**

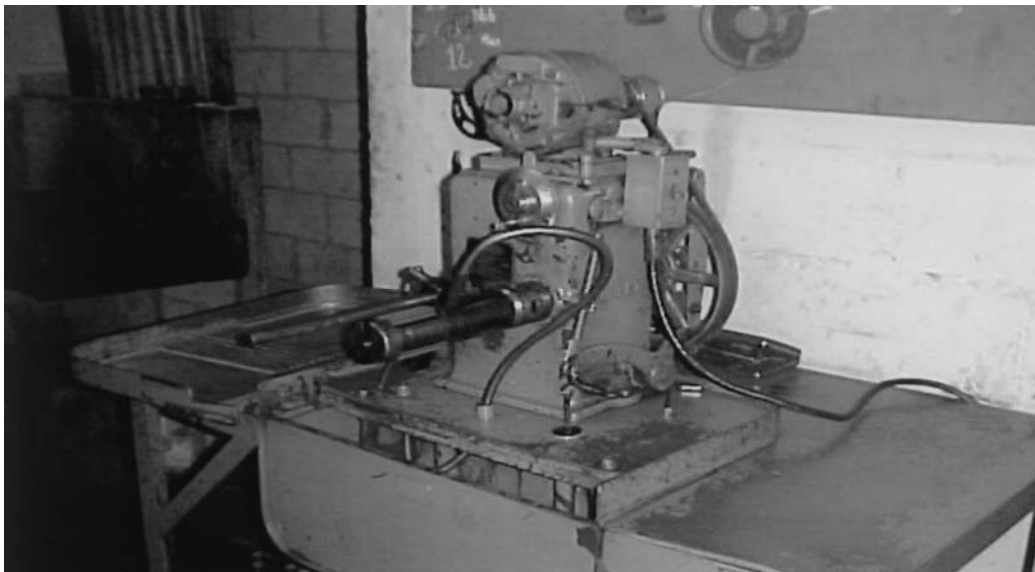
La rectificadora de bancada de bloque de cilindros, se encarga de darle nuevamente una superficie maquinada, sin deformaciones, torceduras o daños superficiales, como ralladuras, melladuras a la parte donde se coloca el cojinete del eje de cigüeñal en el bloque de cilindros. Para ello utiliza una herramienta de corte de forma cilíndrica con piedras en su circunferencia, con lo cual se consigue arranque de material por medio de arranque de viruta.

Para volverle a la medida correcta a la bancada se coloca la tapadera de cada bancada de manera correspondiente, las tapaderas deben estar marcadas para evitar problemas de equivocación, el cual al momento de armar el motor no permite girar el eje de cigüeñal. El diámetro interno de la circunferencia que forma la bancada del bloque de cilindro y su respectiva tapadera, debe ser una medida aproximada al muñón del eje de cigüeñal respectivo de cada bancada, para evitar dos problemas que pueden resultar, los cuales son: luz de aceite lubricante entre muñón y su respectivo cojinete de deslizamiento y el giro libre del eje de cigüeñal montado en sus bancadas.

### 3.5 Rectificadora de bielas

Máquina utilizada en la industria de la reconstrucción de motores, para trabajar los elementos conectores entre eje de cigüeñal y el pistón, llamadas bielas. En la figura número 13 se ilustra.

**Figura 13. Rectificadora de bielas**



Fuente: Reconstructora de Motores M & G

#### 3.5.1 Partes

La rectificadora de bielas se compone de las siguientes partes:

- Barra cilíndrica porta-herramienta de corte
- Herramienta de corte (muela)
- Tuberías flexibles para lubricante
- Depósito para líquido lubricante
- Mesa
- Mando eléctrico de accionamiento
- Mando mecánico de accionamiento
- Motor eléctrico

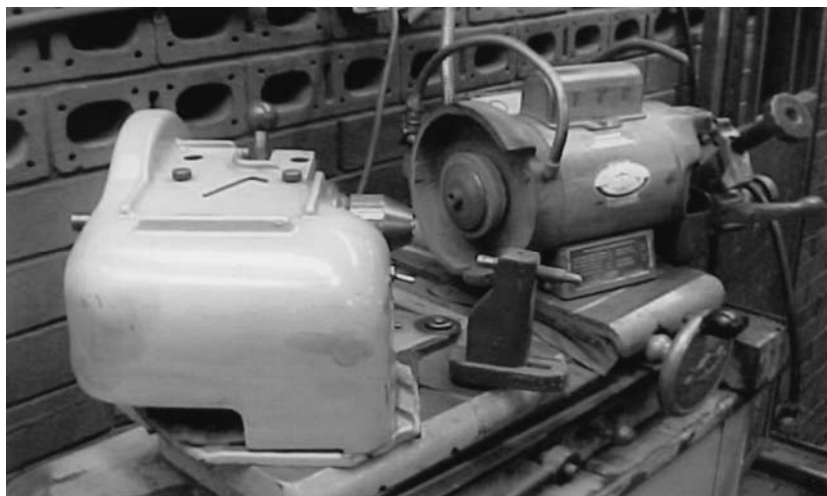
### 3.5.2 Funciones

La función de esta máquina consiste en rectificar el diámetro de la parte inferior de la biela, formado por el pie de biela y la tapadera de bancada de biela. Cada vez que se rectifique una biela, debe medirse su concentricidad entre la superficie inferior de la biela y su respectiva tapadera, con la respectiva herramienta de medición llamada calibrador de interiores. Con esta medición se logra cerciorarse de la circunferencia perfecta existente entre tapadera y biela; y así evitar dos problemas, los cuales son: luz de aceite entre muñón de biela y su respectivo cojinete de deslizamiento y deterioro de biela con su cojinete de deslizamiento.

### 3.6 Rectificadora de válvulas

Máquina utilizada para realizar, el proceso de rectificación en las válvulas de escape y admisión de la culata. Este proceso se realiza únicamente sí, las válvulas todavía se encuentran lo suficientemente resistentes para poderles realizar este trabajo (ver capítulo número 4). En la figura 14 y 15 se aprecian dos distintas máquinas rectificadoras de válvulas utilizadas en la rectificación de piezas de motores.

**Figura 14. Rectificadora de válvulas**



Fuente: Taller Motores Reconstruidos de Guatemala.

**Figura 15. Rectificadora de válvulas**



Fuente: Taller Reconstructora de Motores Hernández.

### **3.6.1 Partes**

El equipo de rectificado de válvulas se compone de las siguientes partes:

- Mandriles para rectificar válvulas
- Lámpara
- Muela para rectificar válvula
- Elemento rectificador de punta de válvula
- Elemento para rectificar asientos de válvula
- Motor eléctrico

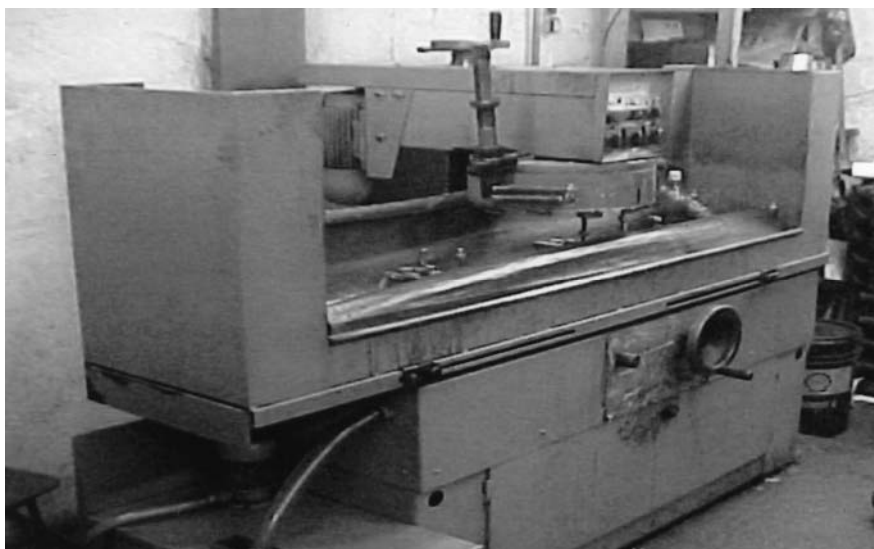
### 3.6.2 Funciones

Esta máquina, su principal objetivo en la reconstrucción de motores es rectificar las válvulas de admisión y escape, cuando se le da servicio a la cabeza de cilindros. La parte específica a rectificar es en la cabeza de la válvula parte con la cual la válvula hace contacto en el asiento colocado en la culata. Al diagnosticar las válvulas se puede tomar la decisión, si se debe rectificar las válvulas. El proceso de rectificar válvulas es: colocar la válvula en la máquina, luego procedemos a desgastar la cabeza de la válvula y darle el ángulo correcto, por medio de la piedra de esmeril colocada en la máquina de rectificación de válvulas.

### 3.7 Cepillo de cabeza de cilindros

Máquina utilizada para reacondicionar la superficie de la cabeza de cilindros, este trabajo se realiza únicamente después de un diagnóstico aplicado a la cabeza de cilindros (ver capítulo número 4), y de allí se toma la decisión de rectificar la cabeza de cilindros. En la figura 16 se ilustra una máquina para rectificar la superficie de la cabeza de cilindros, también llamada cepillo de cabeza de cilindros.

**Figura 16. Cepillo de cabeza de cilindros**



### **3.7.1 Partes**

La rectificadora de cabeza de cilindros se compone de las siguientes partes:

- Bancada hidráulica
- Mando mecánico
- Cabeza porta-muela
- Soportes
- Porta-diamante para rectificar herramienta de corte
- Seguro del mando del porta-muela
- Herramientas de corte (muelas y/o buriles)
- Motor eléctrico
- Depósito de refrigerante

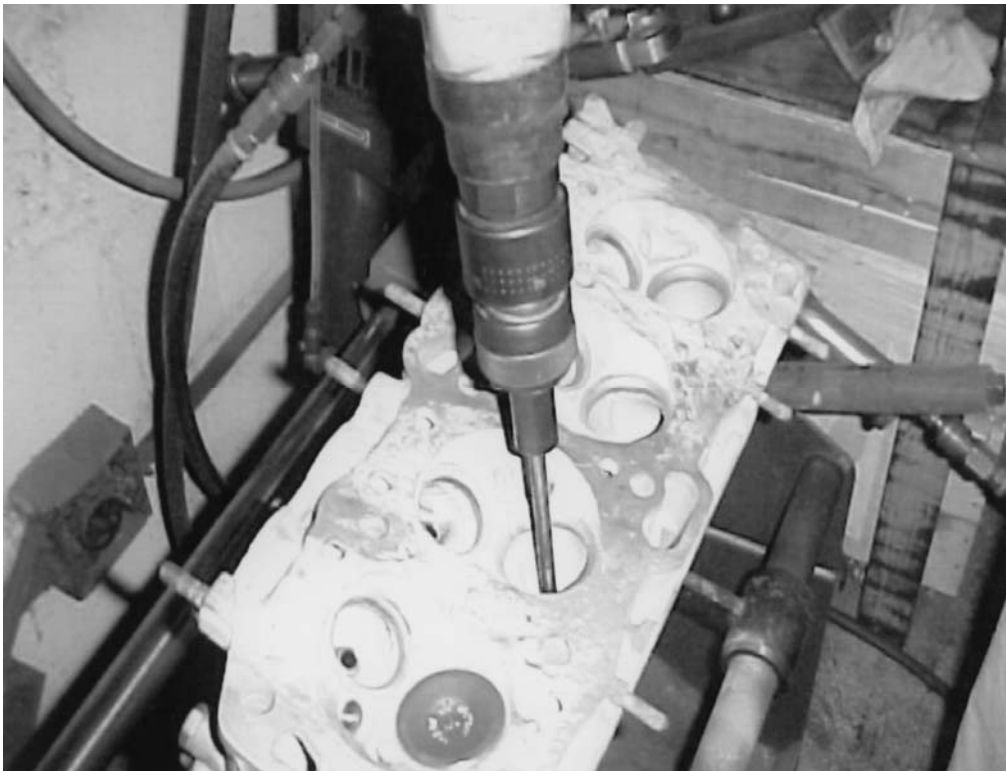
### **3.7.2 Funciones**

El objetivo principal de esta máquina es rectificar la superficie de la culata, el proceso de rectificación se realiza cuando la pieza no está torcida y se encuentra entre el rango de las medidas que proporciona el fabricante. La cabeza de cilindros después de diagnosticarla se coloca en la máquina, se aprieta, luego se coloca la medida que deseamos remover de material en la perilla de medida. Cuando se rectifica la culata se arranca material de ésta, para reacondicionarla, así logramos hacerla funcionar, con las características de fábrica. Sin embargo, algunos talleres rectifican la culata para aumentar la relación de compresión del motor.

### 3.8 Equipo de fresado de cabeza de cilindros

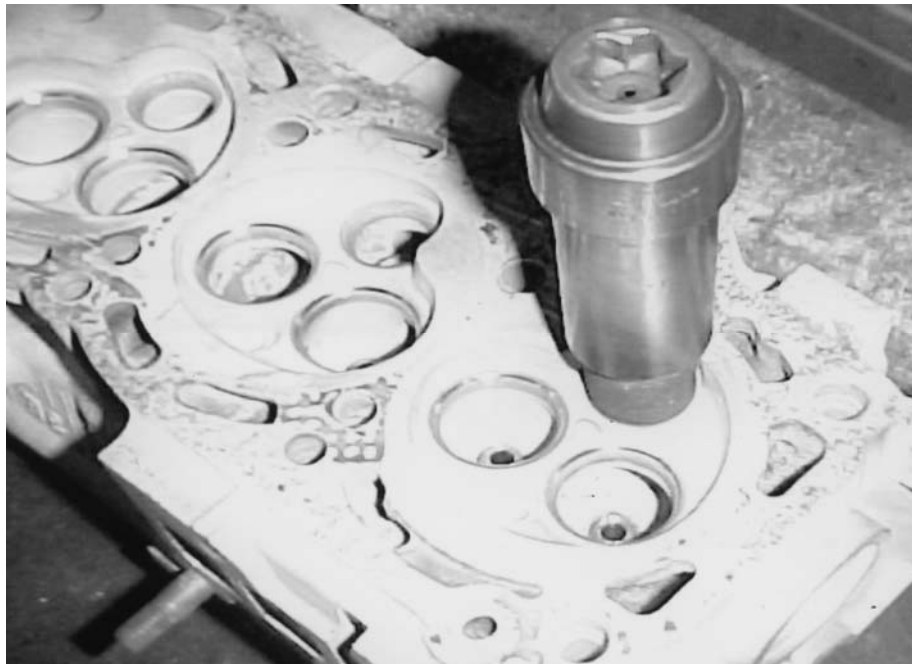
Conjunto de componentes utilizados para reacondicionar o cambiar los asientos de la cabeza de cilindros y las guías de las respectivas válvulas, instaladas en la cabeza de cilindros. Logrando con ésto, que la cabeza de cilindros se vuelva a utilizar en el motor. En la figura 17, 18, 19, 20 y 21 se representan los elementos y máquinas que conforman el equipo de fresado de cabeza de cilindros.

**Figura 17. Equipo para fresado de cabeza de cilindros**



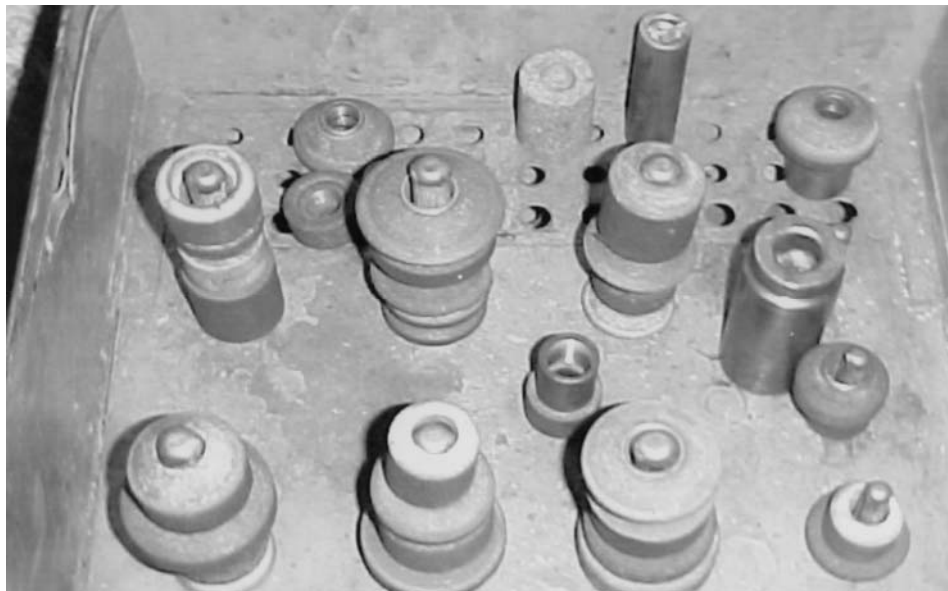
Fuente: Reconstructora de Motores M & G

**Figura 18. Equipo para fresado de cabeza de cilindros**



Fuente: Taller Reconstructora de Motores Hernández.

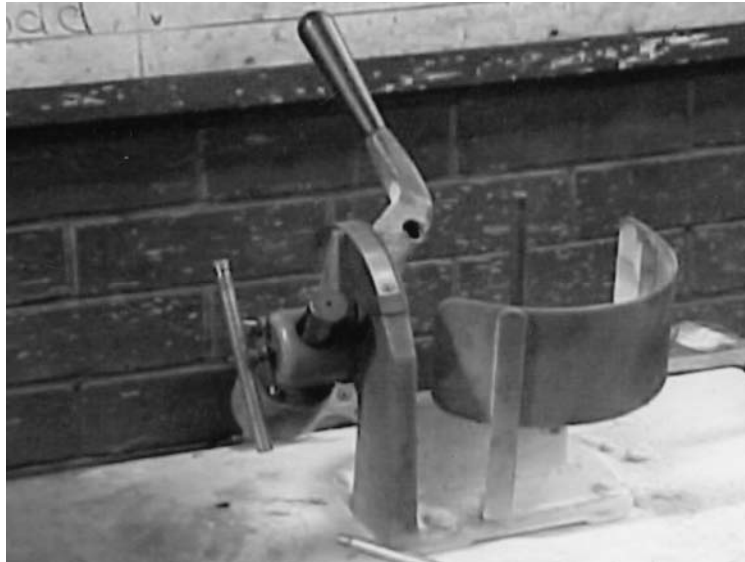
**Figura 19. Herramienta para fresado de cabeza de cilindros**



Fuente: Taller Reconstructora de Motores Hernández.



**Figura 20. Máquina para reacondicionar herramientas de fresado de asientos de válvulas**



Fuente: Taller Motores Reconstruidos de Guatemala.

**Figura 21. Máquina para reacondicionar herramientas de fresado de asientos de válvulas**



Fuente: Taller Reconstructora de Motores Hernández.

### **3.8.1 Partes**

El equipo de fresado de asientos de cabeza de cilindros se compone de las siguientes partes:

- Pistola para fresado
- Muelas para fresado
- Guías para fresar
- Pilotos para fresar
- Diamantador para rectificar la herramienta de corte

### **3.8.2 Funciones**

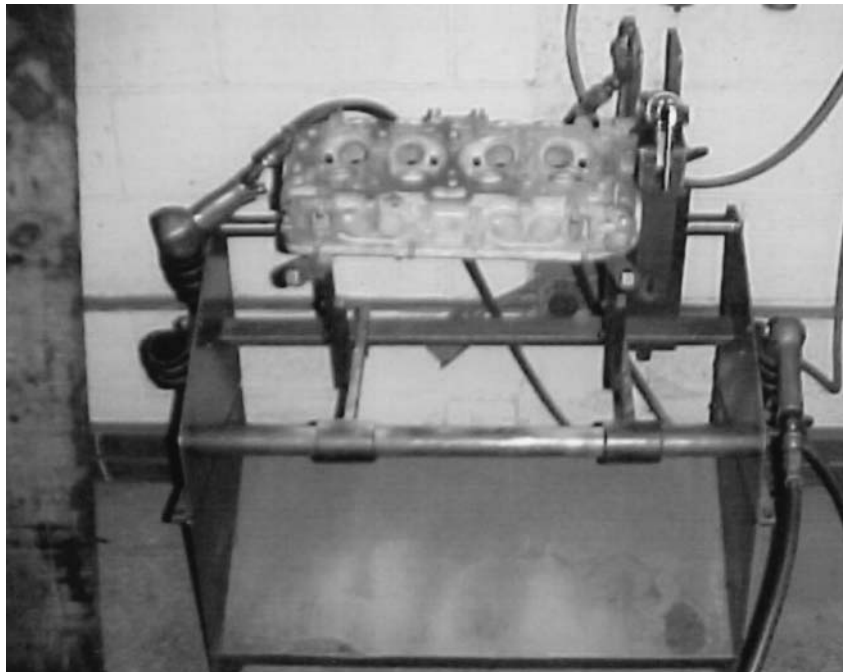
La función principal de este equipo es, readecuar la superficie de los asientos de válvula de la culata, por medio de la herramienta llamada fresa o piedra de reacondicionamiento. Este trabajo se realiza cuando la superficie de los asientos de válvula de la culata, se encuentran demasiado dañados. No está de más mencionar lo siguiente: cuando los asientos se fabrican nuevamente y se cambian en la culata, también es necesario acondicionarlos para que tengan el sello adecuado con la superficie de la válvula.

Este equipo se utiliza también para realizar tareas en las guías de las válvulas, las cuales se encuentran en el cuerpo de la cabeza de cilindros; las tareas posibles a realizar en las guías de válvulas con este equipo son: pulido de guías de válvula, cambio de guías de válvula. No importando el tamaño, material y forma de la culata. La herramienta de reacondicionamiento de asientos, después de cierto tiempo de estar trabajando, es necesario aplicarle una limpieza. Dicha tarea consiste en quitar el material que corta la herramienta y se queda pegado sobre la superficie de ella, esta operación se considera desembotar la herramienta, por medio de un diamante el cual sirve para darle el ángulo y superficie adecuada a la herramienta; para que ésta, trabaje bien y dé la superficie y ángulo correcto en el asiento de la culata.

### 3.9 Equipo para prueba hidrostática de cabeza de cilindros

Conjunto de elementos, los cuales conforman un equipo para realizar cierta prueba específica, para diagnosticar el estado físico de la cabeza de cilindros, la cual es sometida a servicio y reacondicionamiento. La figura 22, ilustra un equipo para realizar prueba hidrostática de cabeza de cilindros.

**Figura 22. Equipo para prueba hidrostática de cabeza de cilindros**



Fuente: Reconstructora de Motores M & G

#### 3.9.1 Partes

El equipo para prueba hidrostática para cabeza de cilindros se compone de las siguientes partes:

- Tuberías flexibles para aire comprimido
- Bases para sujetar cabeza de cilindros
- Conectores rápidos para aire comprimido

### 3.9.2 Funciones

Equipo cuyo objetivo principal es realizar un diagnóstico de la culata por medio de la introducción de aire comprimido al cuerpo de la culata, utilizando para ello tuberías flexibles conectadas al cuerpo de la culata, colocando también tapones en los distintos orificios de la culata para evitar la fuga del aire comprimido suministrado. Luego de tener la culata tapada por medio de tapones, los cuales forman un sello hermético, seguidamente se le deja caer agua con jabón al cuerpo de la culata (proceso llamado prueba hidrostática), logrando de esta manera poder verificar el estado de la culata que ha sido sometida al diagnóstico. Si el agua empieza a burbujear el estado de la culata no es bueno, por el contrario, si no existen burbujas, el estado físico de la culata es bueno. En el caso de esta prueba se debe hacer énfasis en aclarar que es empírica. Las pruebas normalizadas para verificar si existen fisuras en la culata, son los líquidos penetrantes, partículas magnéticas (culatas de hierro fundido).

Si el resultado del diagnóstico es positivo, se procede a realizar el respectivo diagnóstico a las otras partes que conforman la culata, para completar el mantenimiento correctivo. Si por el contrario, el diagnóstico no es favorable, lo pertinente es revisar dónde están las fisuras, para evaluar si se pueden sellar o por el contrario se desecha por completo la culata para ser reemplazada por otra en buen estado. Es importante hacer saber que la decisión de sellar las fisuras en la culata, detectadas por la prueba hidrostática, se debe hacer con el consentimiento del cliente.

### 3.10 Equipo de soldadura eléctrica

Conjunto de elementos que se necesitan en el proceso de la reconstrucción de motores, debido a que algunas veces necesitamos realizar ciertas tareas, no específicas, de la rectificación de motores. Dichas tareas se pueden realizar únicamente con el equipo de soldadura eléctrica. En la figura 23 se aprecia un equipo de soldadura eléctrica.

**Figura 23. Equipo de soldadura eléctrica**



Fuente: Reconstructora de Motores M & G

### **3.10.1 Partes**

El equipo de soldadura eléctrica se compone de las siguientes partes, las cuales se detallan de la siguiente forma:

- Máquina para soldar
- Careta con vidrio inactínico
- Porta-electrodo (polo positivo)
- Tierra física (polo negativo)
- Cables conductores de energía eléctrica
- Guantes
- Gabacha
- Polainas

### **3.10.2 Funciones**

Equipo utilizado con el objetivo principal de realizar tareas que no son específicas de la reconstrucción de motores, pero que de alguna manera están ligadas de manera indirecta. Como ejemplo se citan algunas tareas típicas a realizar con este equipo: extracción de espárragos y tornillos quebrados en la culata, metalizar extremos frontales y posteriores de ejes de cigüeñales, metalizar muñones de ejes de levas, sellar fisuras en culatas.

## **3.10 Equipo de soldadura oxiacetilénica**

Debido a la gran gama de tareas que poseen relación indirecta con la reconstrucción de motores, es importante mencionar el equipo de soldadura oxiacetilénica, el cual sirve para realizar cierto conjunto de tareas secundarias en las piezas de motores que son sometidas a la rectificación. En la figura 24 se ilustra un equipo de soldadura oxiacetilénica, también llamado equipo de soldadura autógena.

**Figura 24. Equipo de soldadura oxiacetilénica**



Fuente: Reconstructora de Motores M & G

### **3.11.1 Partes**

El equipo de soldadura oxiacetilénica se compone de las siguientes partes, las cuales se detallan de la siguiente forma:

- Cilindro de oxígeno industrial (cilindro color verde)
- Cilindro de acetileno (cilindro de color amarillo)
- Manguera para gas (verde oxígeno)
- Manguera para gas (roja acetileno)
- Manómetros
- Válvulas reguladoras de presión
- Boquilla para soldar
- Lentes con vidrio inactínico

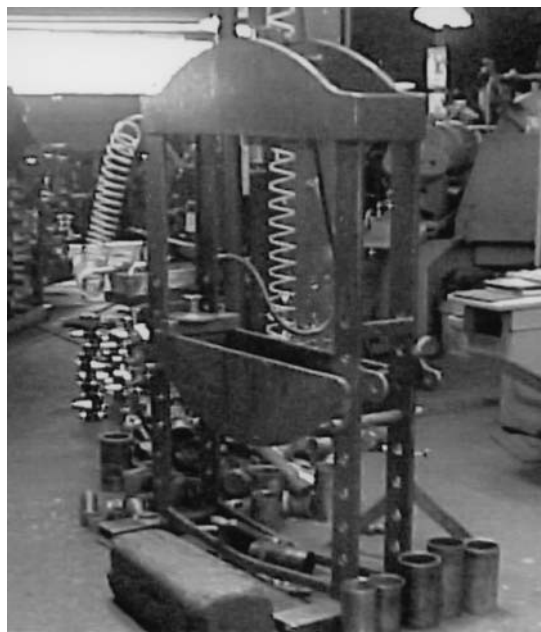
### 3.11.2 Funciones

Entre las principales funciones de este equipo de soldadura tenemos: calentar piezas que se necesitan enderezar, para luego ser sometidas a las tareas de rectificación, calentar piezas que están unidas de forma muy apretada y se deben separar.

### 3.12 Equipo extra

Al momento de aplicarle un mantenimiento al motor, necesitamos de cierto equipo y maquinaria extra. Ejemplo de ello es el equipo hidráulico, esmeril, compresor, torno y taladro de pedestal. Todas estas máquinas y equipos sirven para realizar tareas básicas complementarias; se aprecian de la figura 25 a la 31 respectivamente.

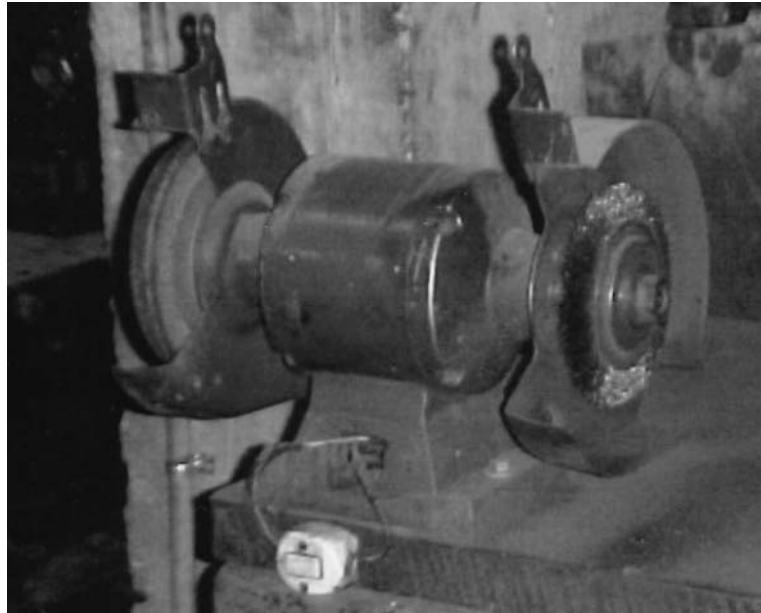
**Figura 25. Equipo hidráulico**



Fuente: Taller Motores Reconstruidos de Guatemala.

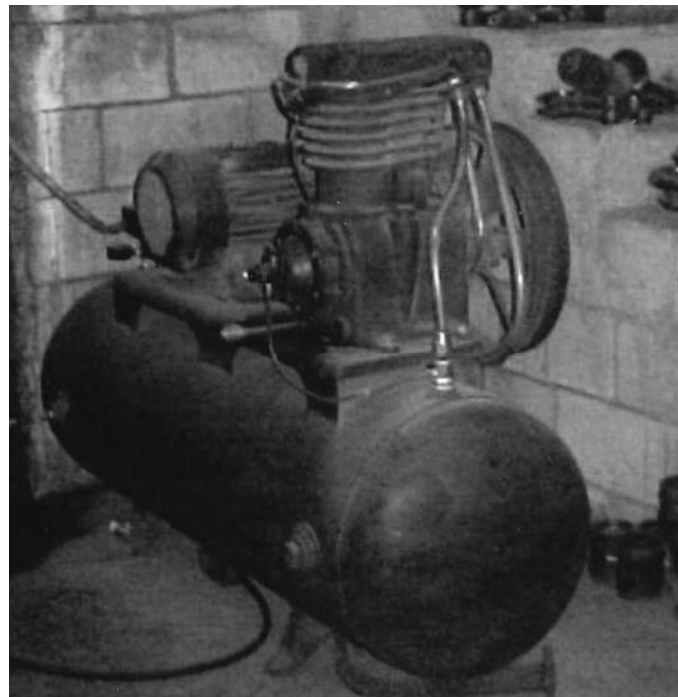


**Figura 26. Esmeril**



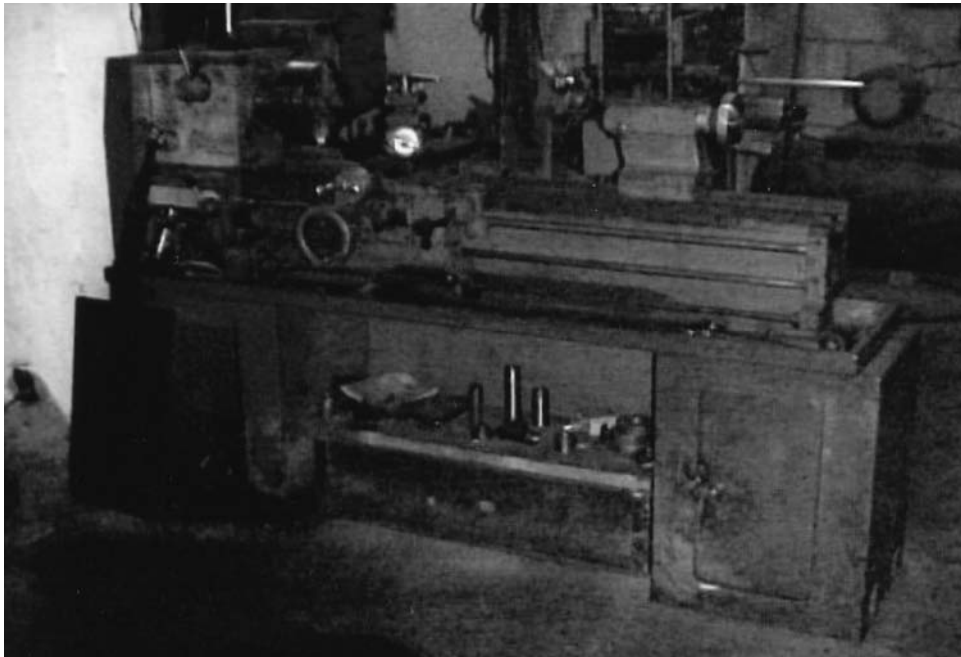
Fuente: Reconstructora de Motores M & G

**Figura 27. Compresor**



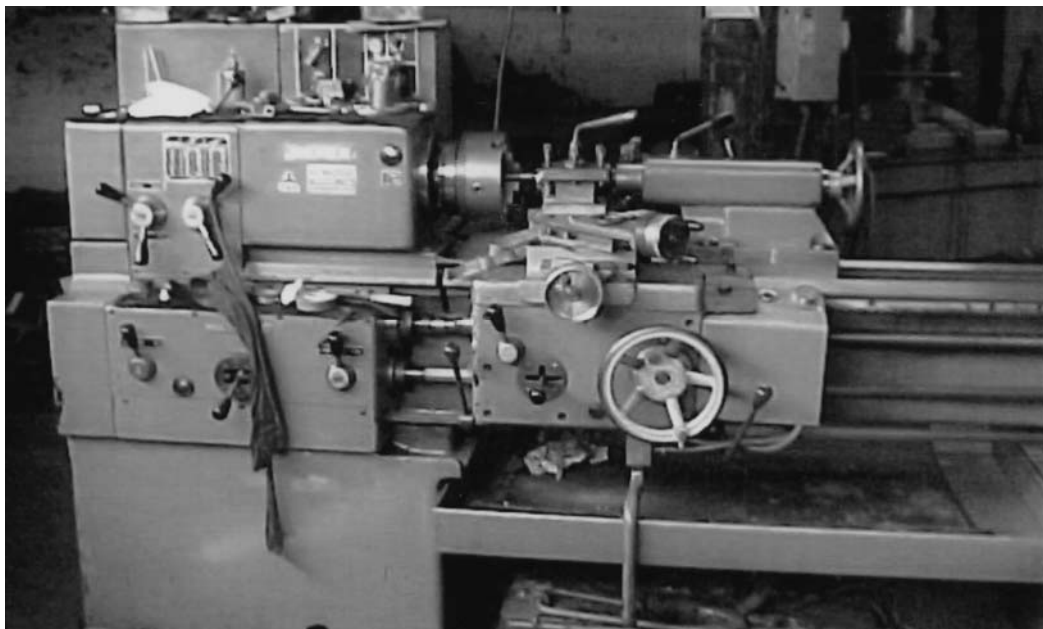
Fuente: Reconstructora de Motores M & G

**Figura 28. Torno**



Fuente: Reconstructora de Motores M & G

**Figura 29. Torno**



Fuente: Taller Motores Reconstruidos de Guatemala.

**Figura 30. Taladro de pedestal**



Fuente: Taller Motores Reconstruidos de Guatemala.

**Figura 31. Taladro de pedestal**



Fuente: Reconstructora de Motores M & G

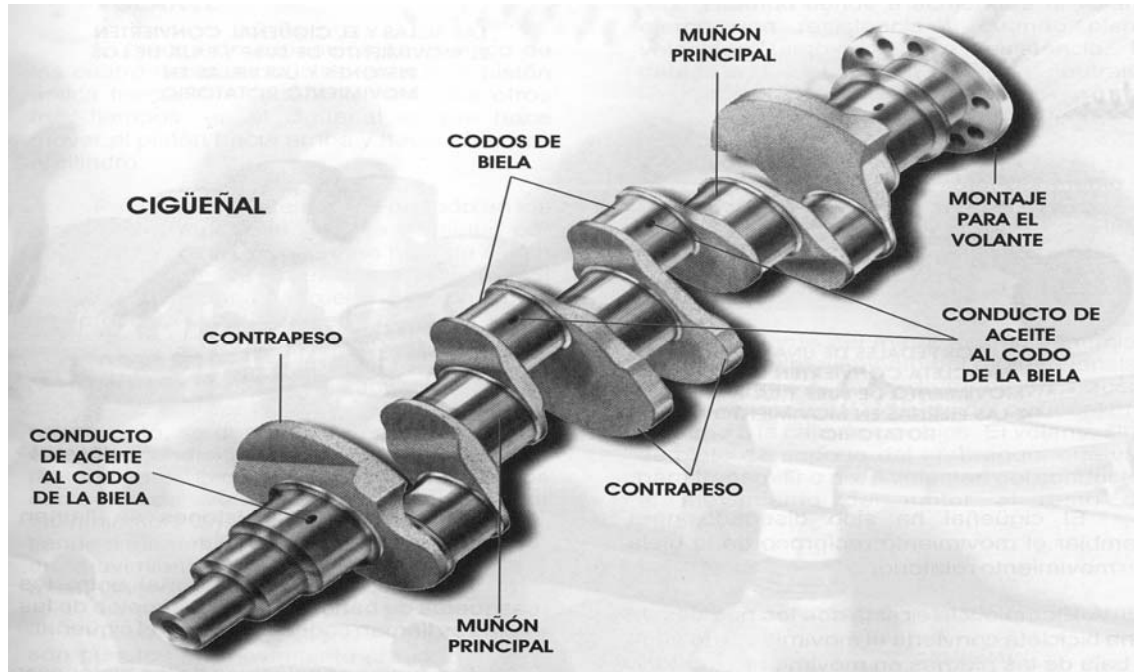
## 4. PIEZAS A RECTIFICAR

### 4.1 Eje de cigüeñal

El eje de cigüeñal o árbol del motor es una pieza fundida o forjada, el cual se puede fabricar de una aleación de acero nitrurado, hierro fundido con grafito esferoidal (fundición nodular) o hierro maleable de considerable resistencia mecánica; actualmente algunos cigüeñales modernos son vacíos; así pueden ser gruesos y robustos, pero de poco peso. Si el eje de cigüeña se fabrica por medio del proceso de fundición, se utiliza un molde, la forma de identificarlo es por medio de una línea fina donde el molde se divide, la mayor ventaja del proceso de fundición es el costo del material y el maquinado; los cuales son menores respecto al proceso de forja. Los ejes fabricados por forja son mucho más fuertes que los fundidos, para identificar estos cigüeñales se hace por medio de una línea de separación amplia, la desventaja de estos ejes de cigüeñal es el proceso de fabricación, el cual es más costoso que el otro proceso.

También el cigüeñal debe poseer la fortaleza necesaria para resistir sin deformarse por el empuje que ejercen los pistones durante el tiempo de expansión. Adicionalmente, el cigüeñal debe estar equilibrado dinámicamente y estáticamente, para eliminar las vibraciones producidas por el peso de sus codos, donde se acoplan los conjuntos de bielas y pistones. Para lograr un correcto equilibrio dinámico, los cigüeñales están en equilibrio dinámico, los cigüeñales están provistos de unas masas de metal llamadas contrapesos, colocados en posiciones opuestas a los codos de las bielas, es decir, los contrapesos equilibran el peso de la biela y se encuentran en los lados opuestos del cigüeñal en relación con las bielas. Un eje de cigüeñal se muestra en la figura 32.

**Figura 32. Eje de Cigüeñal**



Fuente: Rueda Santander, Jesús. Técnico en mecánica y electrónica automotriz. Tomo I  
Página 91.

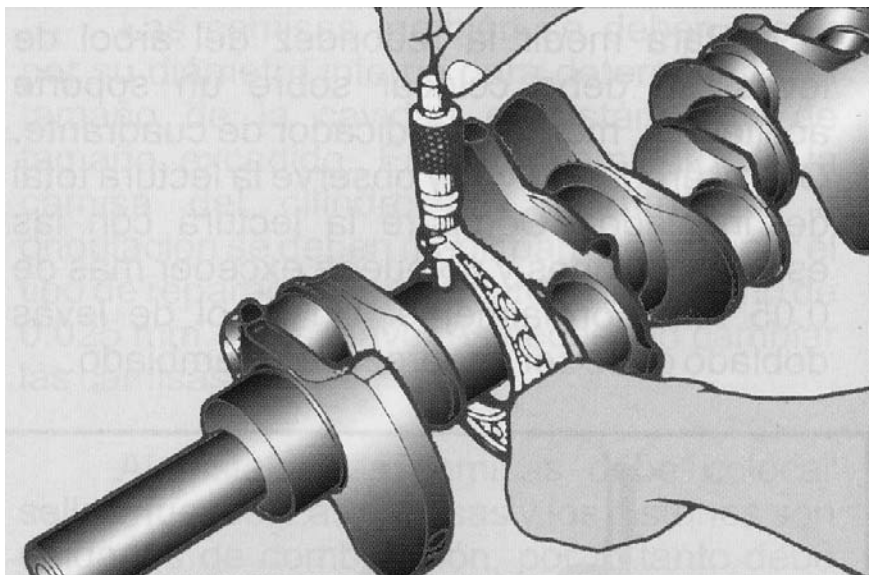
#### **4.2 Diagnóstico del eje de cigüeñal**

Consiste en la revisión del estado físico del eje de cigüeñal, principalmente las partes más importantes, como muñones de biela, muñones centrales, pista frontal y posterior. Al realizar el diagnóstico del eje de cigüeñal, la primera tarea importante a realizar es: verificar si no está torcido, esta revisión se hace poniendo a girar el eje de cigüeñal en la máquina rectificadora de cigüeñales y con un reloj comparador se logra determinar la torcedura del eje de cigüeñal. Si el eje de cigüeñal está torcido se compara la medida obtenida por medio del instrumento con los valores de torcedura predeterminados, en el manual del fabricante, según la marca. Aquí podemos

establecer lo siguiente: si el eje de cigüeñal se puede volver a utilizar o se desecha.

Pero si el eje de cigüeñal no se encuentra torcido o está dentro del intervalo de torcedura aceptable, indicado por el fabricante; se procede a revisar los muñones de biela y centrales, utilizando para ello el micrómetro, como se muestra en la figura 33. Por medio de esta medición más la observación de la superficie de los muñones, determinamos qué tarea se debe realizar a éstos. Entonces podemos optar por las siguientes tareas, las cuales son: pulido del eje de cigüeñal, rectificado del eje de cigüeñal y metalizado del eje de cigüeñal. En la observación como método de diagnóstico para el eje de cigüeñal, se debe verificar si los muñones no están excesivamente rayados o tienen material adherido del cojinete de deslizamiento, lo cual puede provocar daños considerables al eje de cigüeñal, si el daño que se presenta en un muñón es excesivo, se puede utilizar la alternativa del metalizado en caliente o en frío, para volver a utilizar el eje de cigüeñal.

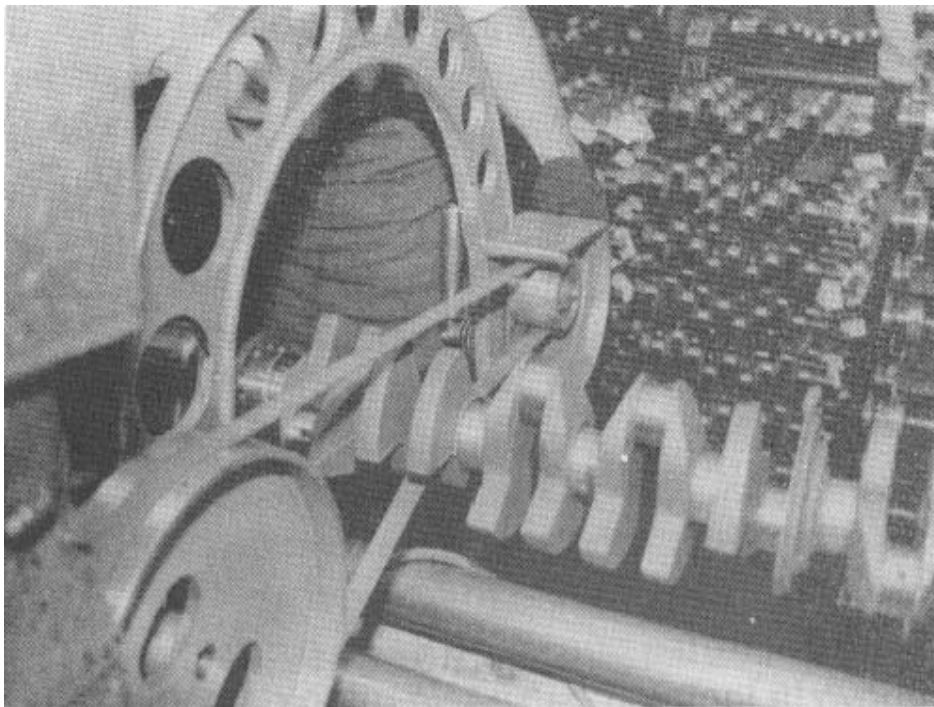
**Figura 33. Diagnóstico del eje de cigüeñal**



#### **4.2.1 Pulido de eje de cigüeñal**

Cuando se requiere, se reacondicionan los muñones de cojinete del cigüeñal. En algunos casos el cigüeñal se vuelve a equilibrar. También es importante mencionar que los ejes de cigüeñal requieren enderezado antes de trabajarlos. Si el eje de cigüeñal está muy áspero pero sin daños fuertes, el trabajo a realizar en éste es únicamente el de pulir los muñones, tanto los centrales como los de biela, ésto consiste en darle una superficie a los muñones en general, lisa y sin melladuras para evitar rayones que dañen los cojinetes antifricción. Para pulir el muñón se usa una lija ligera número 320 para pulir y aceite, ésto deja un eje liso con el acabado superficial apropiado. El pulido del eje de cigüeñal se observa en la figura 34.

**Figura 34. Pulido de eje de cigüeñal**



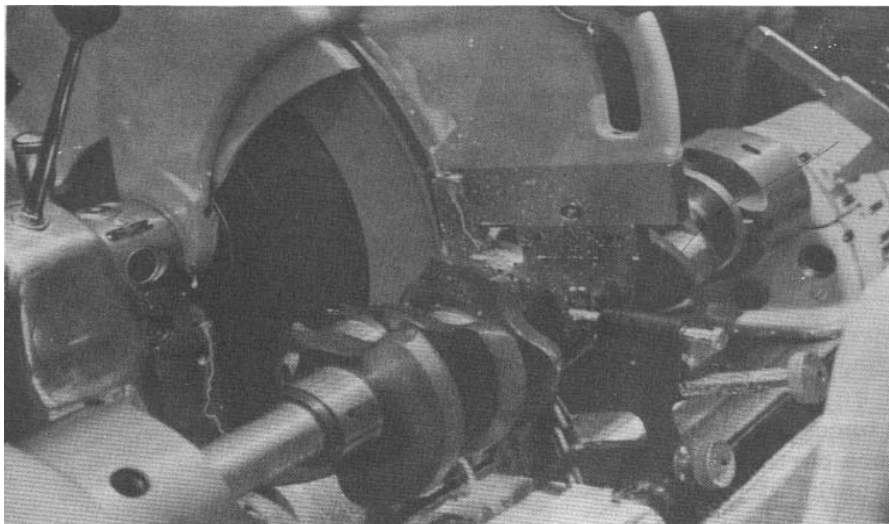


Fuente: Ellinger, Herbert y James Halderman. Manual para ajuste de motores y control de emisiones. Tomo II. Página 366.

#### **4.2.2 Rectificado de eje de cigüeñal**

Los muñones de cojinetes fuera de redondez se deberán volver a rectificar, el cigüeñal también tendrá que ser vuelto a rectificar si los muñones están muy rayados. La forma de rectificar el eje de cigüeñal es el siguiente: ambos extremos de cigüeñal se colocan en los cabezales rotatorios en una rectificadora de cigüeñales. Los muñones de cojinetes principales o centrales se rectifican sobre la línea de centro del cigüeñal. Ver figura 35.

**Figura 35. Rectificado de eje de cigüeñal**



Fuente: Ellinger, Herbert y James Halderman. Manual para ajuste de motores y control de emisiones. Tomo II. Página 365.

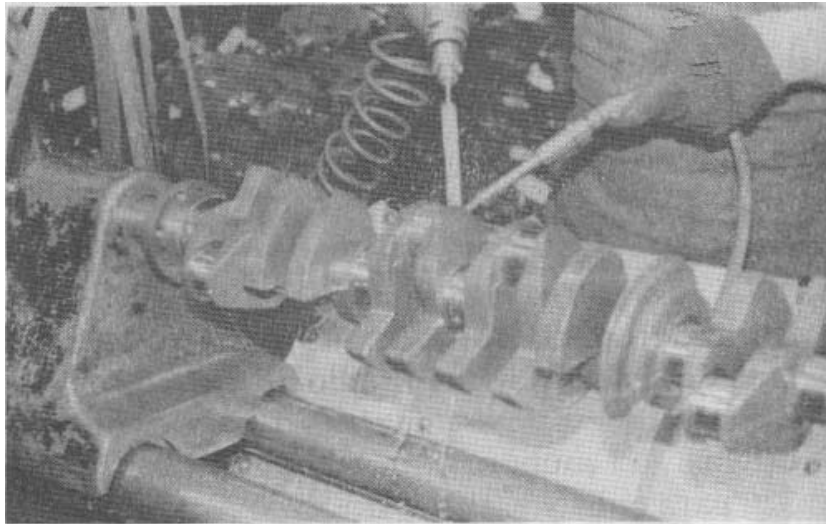
Luego se descentra el cigüeñal en los dos cabezales rotatorios, justamente lo bastante para que la línea de centro de muñón del cojinete principal gire alrededor de la línea de centro del botón de manivela. Entonces el cigüeñal estará girando alrededor de la línea de centro del botón de manivela.

El muñón en el botón de manivela se rectifica en esta posición, el cigüeñal se debe volver a situar para cada centro diferente de botón de manivela.

El operador de la máquina debe ser experimentado para operar de forma apropiada de modo que produzca un esmeril de acabado liso, el radio de filete de acabado debe ser del mismo tamaño y forma que el filete original. Las medidas pertinentes para rectificar eje de cigüeñales son 0.010 milésimas de pulgada (0.25 centésimas de milímetro), 0.020 milésimas de pulgada (0.50 centésimas de milímetro), 0.030 milésimas de pulgada (0.75 centésimas de milímetro) y algunas veces 0.040 milésimas de pulgada (1 milímetro). Las medidas anteriores son utilizadas por los siguientes factores: información del manual del fabricante, criterios del fabricante y por los repuestos, las medidas anteriores se pueden usar en muñones de biela y centrales. Siempre y cuando todos los muñones de biela estén a una medida y los de bancada también a una misma, no se debe rectificar muñones con medidas no iguales, ya sean de biela o de bancada.

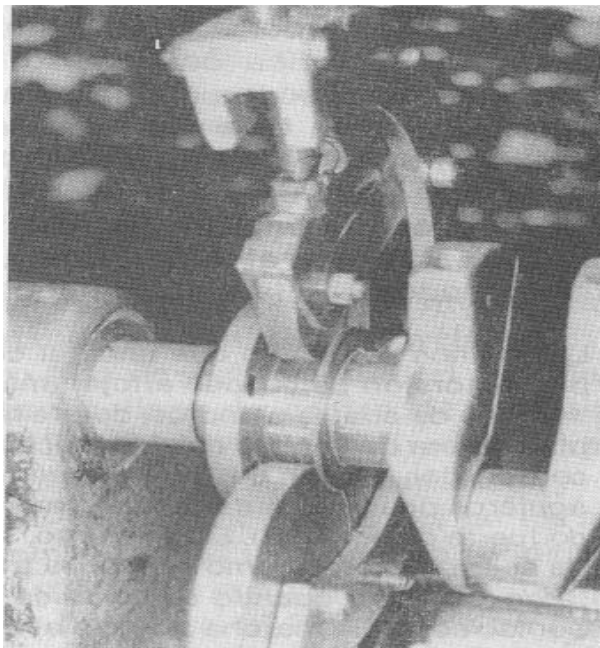
La mayor parte de las rectificadoras de cigüeñales esmerilan en el sentido de rotación opuesto y luego en el mismo de rotación. Se debe tener el cuidado de mantener el chaflán de agujero de aceite en el muñón, se deberá hacer liso de manera que no quede orilla aguda para cortar el cojinete, además, los pasajes de aceite del cigüeñal se limpian perfectamente, también se debe volver a moletear la superficie que hace contacto con el sello y por último, los muñones rectificados se recubren con aceite para evitar que se oxiden, hasta que se limpien para armar. Como se muestra en las figuras 36 y 37.

**Figura 36. Limpieza de conductos de lubricación**



Fuente: Ellinger, Herbert y James Halderman. Manual para ajuste de motores y control de emisiones. Tomo II. Página 365.

**Figura 37. Moleteado de superficie de sellado.**



Fuente: Ellinger, Herbert y James Halderman. Manual para ajuste de motores y control de emisiones. Tomo II. Página 366.

#### 4.2.3 Metalizado de eje de cigüeñal

Esta tarea se realiza cuando, algunas veces, se requiere preservar un cigüeñal, con material acumulado sobre una superficie del cigüeñal para luego esmerilarlo a su tamaño original, por medio de soldadura de arco eléctrico o por pulverización de metal; estas tareas reciben el nombre de metalizado en caliente y metalizado en frío, respectivamente; estas tareas son una opción, debido que ambas tienen ventajas y desventajas. Las cuales se detallan en las siguientes tablas.

<b>METALIZADO EN FRÍO</b>	
<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
No se tuerce el eje de cigüeñal	No es muy resistente
Es mucho más rápido	Se necesita recurso humano capacitado
No existe material de aporte	
No se expone a elevadas temperaturas la pieza	

<b>METALIZADO EN CALIENTE</b>	
<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
<p>Posee alta resistencia, el material de aporte, con la superficie de la pieza.</p>	<p>Se tuerce el eje de cigüeñal</p> <p>Es mucho más lento</p> <p>Se expone a altas temperaturas la pieza</p> <p>Existe material de aporte</p>

#### **4.2.3.1 Metalizar pista frontal y posterior**

Este trabajo consiste en soldar la superficie donde hace contacto el sello que se coloca en la parte posterior del eje de cigüeñal, y en la parte frontal de dicho eje. El trabajo se realiza cuando las superficies del eje están demasiado deterioradas debido al funcionamiento. El trabajo consiste en soldar la superficie y luego enfriar el eje, verificar la torción y enderezar el eje y luego desgastarlo por medio de un torno. Este trabajo se realiza utilizando la técnica del metalizado en caliente.

#### **4.2.3.2 Metalizar parte lateral**

Se debe realizar al eje de cigüeñal, cuando éste se encuentre dañado en la parte lateral donde se colocan los cojinetes axiales o de empuje. Comúnmente se realiza para poder utilizar nuevamente el eje de cigüeñal y usar cojinetes normales o estándar axiales. Esta tarea consiste en soldar la parte lateral desgastada, luego esperar que el eje se enfríe y desgastar la metalización en un torno, tomando como medida la tapadera de bancada y los cojinetes axiales. Este trabajo se realiza utilizando la técnica del metalizado en caliente.

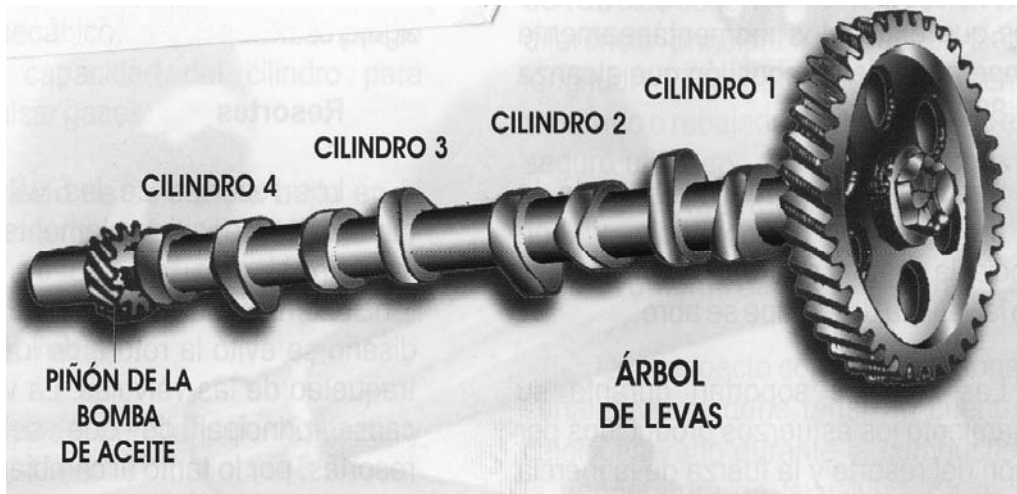
#### **4.2.3.3 Metalizar muñones**

Se realiza cuando se requiere preservar un cigüeñal con material acumulado sobre un muñón, y luego esmerilarlo al tamaño original. Este trabajo se realiza en cualquiera de los muñones del cigüeñal sin importar si es de biela o central.

### **4.3 Eje de levas**

Llamado también árbol de levas, tiene la misión de efectuar el movimiento de la carrera de las válvulas en el momento correcto y en el orden debido, y hacer posible el cierre de las mismas por medio de los resortes de válvula. Comúnmente los árboles de levas son fabricados con grafito esferoidal, o de fundición maleable negra y algunas veces son de acero forjado. Un eje de levas se muestra en la figura 38.

**Figura 38. Eje de levas o árbol de levas**

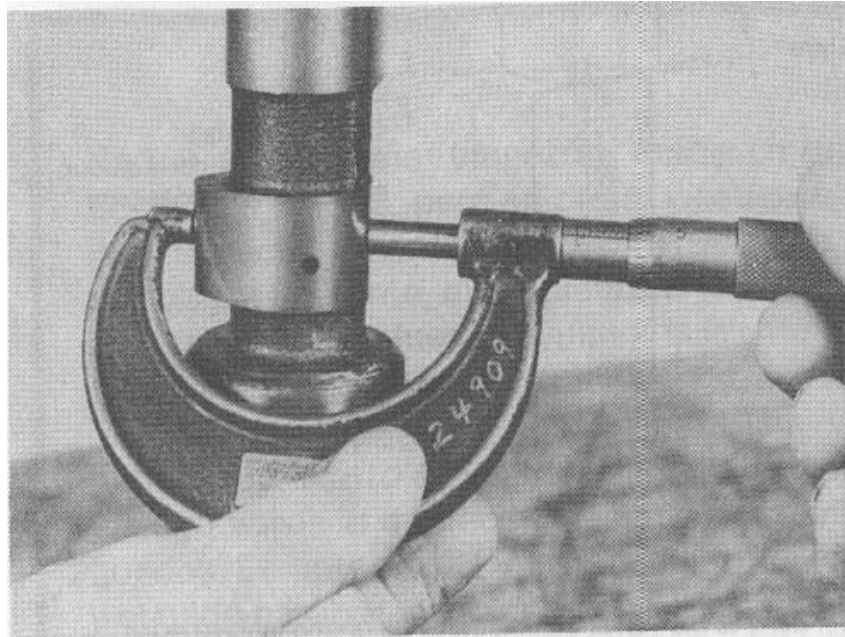


Fuente: Rueda Santander, Jesús. Técnico en mecánica y electrónica automotriz. Tomo I.  
Página 98.

#### **4.4 Diagnóstico del eje de levas**

Debido a la forma de trabajar del eje de levas, éste es sometido a desgaste, movimiento giratorio, dilatación térmica. Por esto se deben revisar los muñones de bancada, las levas y revisar que no esté torcido, torcedura producida por el funcionamiento. El diagnóstico de un árbol de levas sirve para determinar qué trabajo debemos realizar. Los siguientes trabajos son los que se pueden realizar: pulido de eje de levas, metalizado del eje de levas. Si los muñones del eje tienen demasiado desgaste, respecto al diámetro original, lo correcto es cambiarlo, pero si dicha pieza es difícil de encontrar existe una opción, la cual es metalizar el eje de levas, por cualquiera de las dos formas existentes, pero si sólo existen ralladuras, entonces lo aconsejable es pulirlo. Si el eje se coloca a girar en una rectificadora de ejes de levas y presenta torceduras al momento de estar girando, excesivas a 0.005 milésimas de pulgada se debe reemplazar. En la figura 39 se observa la manera de diagnosticar un eje de levas.

**Figura 39. Diagnóstico de un eje de levas**



Fuente: Ellinger, Herbert y James Halderman. Manual para ajuste de motores y control de emisiones. Tomo II. Página 292.

#### **4.4.1 Pulir eje de levas**

Esta tarea se realiza únicamente para quitar rebabas después de un trabajo de metalizado, rectificado y así poder darle una superficie con un buen acabado al árbol de levas.

#### **4.4.2 Metalizado eje de levas**

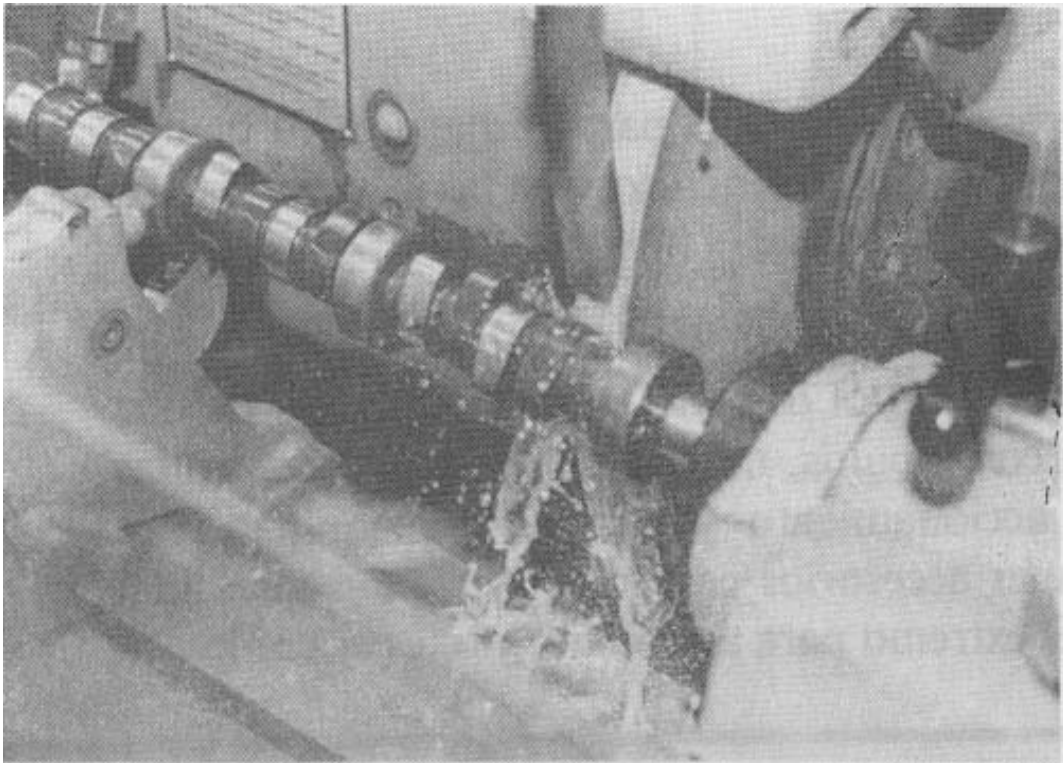
Trabajo que se debe hacer cuando un árbol de levas está demasiado dañado y se quiere salvarlo, debido a ciertas circunstancias, como por ejemplo, no existen repuestos, economía. El método es el mismo que fue descrito anteriormente, debido a que el metalizado puede ser en frío o en caliente.



#### 4.4.3 Rectificar eje de levas

El rectificado del eje de levas, se debe realizar después que se ha metalizado el eje de levas, para poderle dar la medida correcta de funcionamiento, el eje de levas se instala en la rectificadora y se esmerila por medio de una piedra. Como se ve en la figura 40.

**Figura 40. Rectificación de eje de levas**

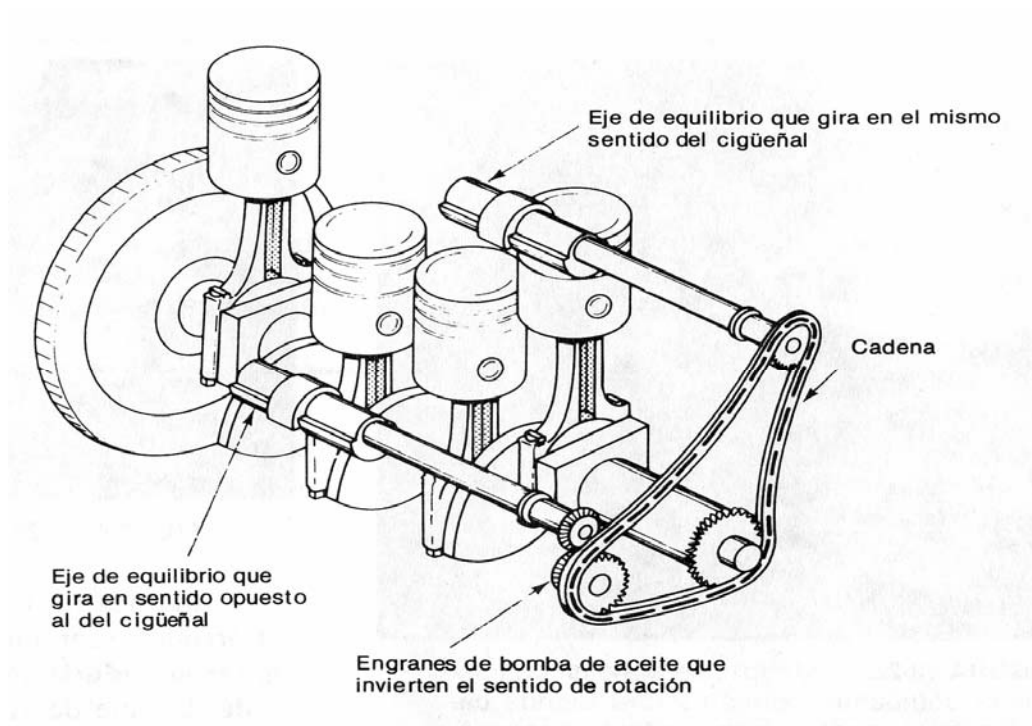


Fuente: Ellinger, Herbert y James Halderman. Manual para ajuste de motores y control de emisiones. Tomo II. Página 292.

## 4.5 Eje de balance

También llamado eje auxiliar o eje secundario, que posee la función de mover elementos auxiliares en el motor. Otra función que cumple es la de atenuar vibraciones normales hasta un nivel aceptable del motor. Estos ejes hacen más complejo el servicio al motor. En la gráfica número 41 se puede apreciar un eje de balance.

**Figura 41: Eje de balance**



Fuente: Ellinger, Herbert y James Halderman. Manual para ajuste de motores y control de emisiones. Tomo II. Página 368.

## **4.6 Diagnóstico de eje de balance**

Debido al trabajo que realizan los ejes de balance, éstos están sometidos a desgaste, altas revoluciones y fuerzas que tratan de desequilibrar el motor, fuerzas que provocan vibraciones y este eje debe atenuar lo anterior. El diagnóstico de un eje de balance consiste en revisar el diámetro de su muñón o muñones, utilizando para ello un micrómetro, para saber si tienen desgaste excesivo respecto al diámetro original. Ésto nos indicaría cuál de las tareas se deben de realizar; según el diagnóstico que se hace a un eje de balance, los trabajos a realizar son pulido, metalizado y rectificado.

### **4.6.1 Pulir eje de balance**

Tarea que se debe de realizar para darle al eje de balance, específicamente en su muñón, una superficie lisa sin rebabas.

### **4.6.2 Metalizar eje de balance**

Trabajo que se debe llevar acabo cuando el eje de balance posee un desgaste demasiado grande, específicamente en el muñón, el metalizado se puede hacer en caliente o en frío.

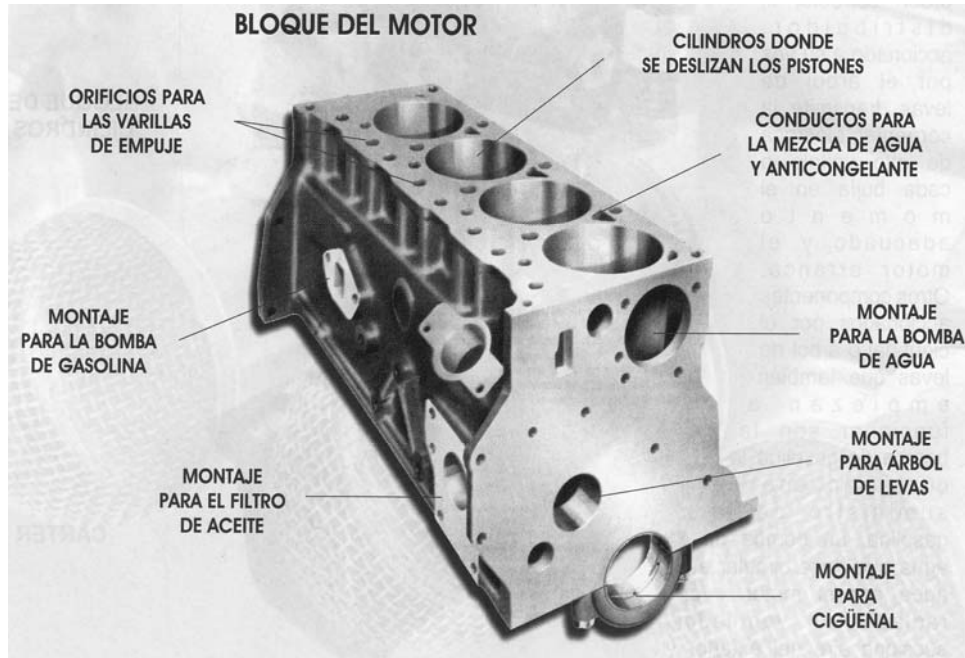
### **4.6.3 Rectificar eje de balance**

Trabajo a realizar después que el eje de balance se metaliza, para darle la medida adecuada de funcionamiento y poderlo instalar sin ningún problema.

#### 4.7. Bloque de cilindros

Es el cuerpo principal del motor o estructura de soporte, donde se colocan todas las partes que conforman el mismo. Por lo general, el bloque es una pieza de hierro fundido, aluminio o aleaciones, fabricados a presión o por gravedad y está provisto de grandes agujeros llamados cilindros. En la parte alta recibe la cabeza de los cilindros. Esta pieza debe ser rígida para soportar fuerzas originadas por la combustión, vibraciones, resistir a la corrosión y permitir evacuar por conducción, parte del calor. Entonces, el bloque de cilindros es el cimiento del motor; las partes también deben tener los acabados apropiados, el tamaño correcto y estar alineadas. Logrando así un funcionamiento del motor en forma segura para una vida normal de servicio. En la figura 42 se ilustra un bloque de cilindros.

**Figura 42. Bloque de cilindros**



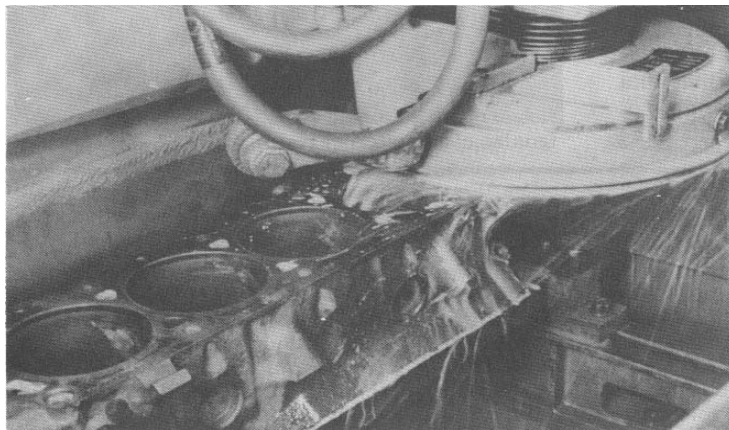
Fuente: Rueda Santander, Jesús. Técnico en mecánica y electrónica automotriz. Tomo I.

Página 80.

#### 4.8 Diagnóstico del bloque de cilindros

Consiste en la revisión del estado físico del bloque de cilindros, especialmente las partes que sufren mayor desgaste y daños. Estas partes son la superficie de los cilindros para verificar si no están demasiado rayadas, la parte superior de los cilindros para revisar si no existe grada, la parte superior del bloque de cilindros si no está quebrada o alabeado; la parte inferior del bloque de cilindros para revisar la superficie donde se instala el eje de cigüeñal (bancada) con sus respectivas tapaderas. Del diagnóstico del estado físico del bloque de cilindros, por medio de mediciones de los cilindros, casi todos los cilindros son útiles si no tienen más de 0.003 milésimas de pulgada o su equivalente de 0.076 milésimas de milímetro de redondez por fuera, si no tienen más de 0.005 milésimas de pulgada o su equivalente de 0.127 milésimas de milímetro de conicidad y si no tiene rasguños profundos en la pared del cilindro. Entonces podemos optar por las siguientes tareas, las cuales son: pulido de cilindros, rectificación del bloque de cilindros, instalación de cilindros metálicos o encamisado del bloque de cilindros, cepillado de la superficie superior del bloque de cilindros, rectificación de bancadas, ajuste de bancadas, cambio de bujes de eje de levas y metalizado. En la figura 43 se ilustra el cepillado del bloque de cilindros.

**Figura 43. Cepillado del bloque de cilindros**



#### **4.9 Pulido de bloque de cilindros**

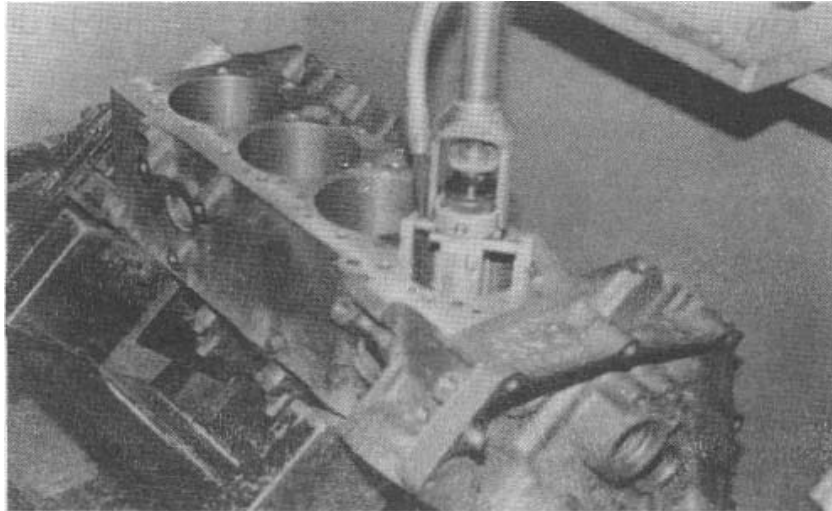
El acabado superficial de una parte reacondicionada es tan importante como el tamaño de la misma. Si pudiéramos mirar a la superficie pulida bajo un poderoso microscopio, podríamos ver que la superficie no está perfectamente lisa, es por ello que es importante tener el acabado superficial apropiado en la pared del cilindro contra la que van a asentar los anillos. El pulido de cilindros se realiza cuando la superficie de los cilindros del bloque no está demasiado dañada, esto consiste en revisar ralladuras, surcos, grietas. Para pulir la superficie de los cilindros se utiliza dos tipos de herramientas para servicio de el cilindro. Una de ellas llamada desgloseadora, la cual remueve el vidriado de la superficie dura que permanece en el cilindro. Es una herramienta flexible que sigue la forma de la pared del cilindro cuando está ondulada. La otra herramienta recibe el nombre de calibradora pulidora de dimensión, la cual además de pulir puede enderezar la superficie del cilindro.

Cuando se está puliendo el bloque de cilindros la herramienta se recorre hacia arriba y hacia abajo en el cilindro, conforme gira, ésto produce un acabado de rayas cruzadas en la pared del cilindro. El ángulo de las rayas cruzadas deberá ser de  $20^{\circ}$  a  $60^{\circ}$ , los ángulos mayores se producen cuando la herramienta se recorre más rápidamente dentro del cilindro, la aspereza del acabado es más importante que las rayas cruzadas. Una piedra gruesa con un tamaño de malla de 70 se usa para remover metal. Una herramienta para pulir con una malla de 150 se usa para proveer acabado normal del cilindro y si se desea una pared de cilindro pulida, se usan piedras con malla de 280. Es importante saber si se usa una malla de 220, se deben usar anillos de pistones de hierro fundido o cromo, si se utiliza una malla de 280 se usan anillos de pistón de molibdeno y siempre se deben seguir las instrucciones del fabricante de pistones. También es importante verificar el filo de la herramienta que se utiliza para pulir, con ésto no tendremos problemas de arranque de viruta, y la superficie del cilindro a pulir quedará de forma correcta sin ningún problema.

El método para pulir es el siguiente, se coloca o se aplica aceite para pulir en los cilindros y en las piedras pulidoras, la herramienta se coloca dentro del cilindro, antes de encender el motor, la herramienta se mueve hacia abajo y hacia arriba dentro del cilindro, para detectar la longitud de carrera que necesita. El extremo de la herramienta deberá salir apenas de la superficie del cilindro en cada extremo; la herramienta no deberá salir por la parte superior del cilindro cuando está girando, así también, no se deberá empujar tan abajo en el cilindro porque podría dañar la superficie donde se coloca el cigüeñal. La herramienta para dar dimensiones se ajusta para dar un arrastre sólido en el extremo inferior de la carrera.

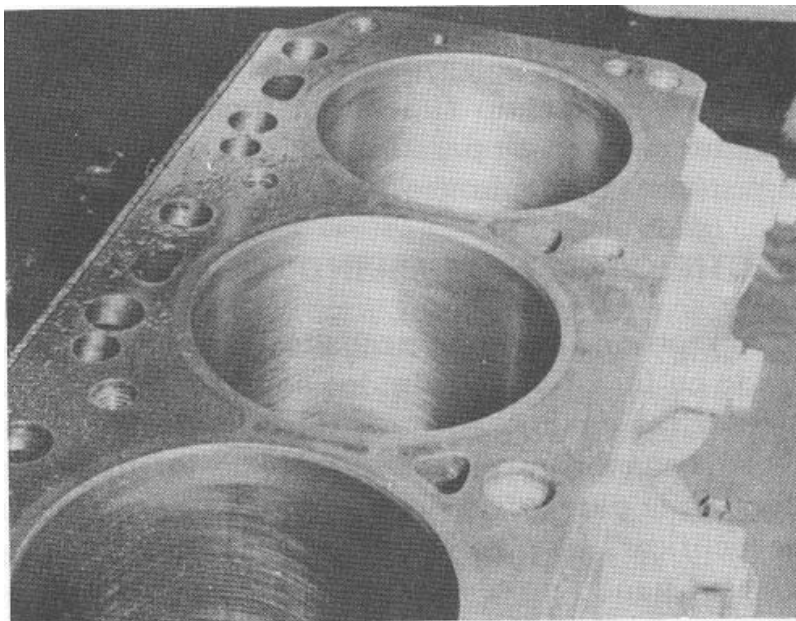
Al encender el motor que acciona la pulidora se inician inmediatamente las carreras alternas, éstas continúan hasta que se reduce el sonido del arrastre, una vez detenida la rotación, la herramienta se pliega y se saca del cilindro. Se examina el cilindro para revisar el tamaño de perforación y el acabado de pared, si se necesita más rectificación, se cubre de nuevo con aceite el cilindro y se pule otra vez. El cilindro acabado deberá estar a no más de 0.0005 de pulgada o su equivalente de 0.013 milésimas de milímetro tanto fuera de redondez como de ahusamiento y por último, después del pulido, la orilla de la cima del cilindro se bisela ligeramente para que los anillos entren en el cilindro durante el armado. En la figura 44 y 45 se ilustra el pulido del bloque de cilindros y la superficie pulida en un bloque de cilindros respectivamente.

**Figura 44. Pulido del bloque de cilindros**



Fuente: Ellinger, Herbert y James Halderman. Manual para ajuste de motores y control de emisiones. Tomo II. Página 402.

**Figura 45. Superficie pulida en un bloque de cilindros**



Fuente: Ellinger, Herbert y James Halderman. Manual para ajuste de motores y control de emisiones. Tomo II. Página 402.

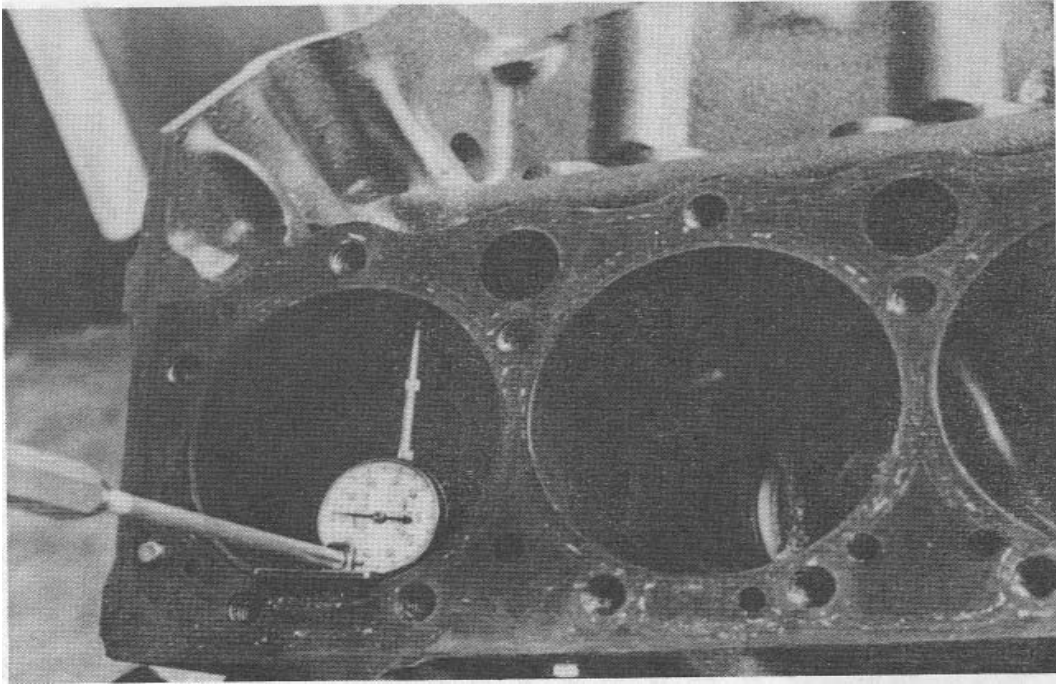


#### **4.10 Rectificar bloque de cilindros**

Los cilindros se deberán medir de un lado a otro del motor de manera perpendicular al cigüeñal, donde ocurre el desgaste más grande. La mayor parte del desgaste se encontrará apenas debajo de la parte superior del recorrido y el menor desgaste ocurrirá abajo del recorrido de anillos. Algunos fabricantes permiten un máximo de 0.13 centésimas de milímetro antes que se requiera el rectificado en motores a gasolina y en motores a diésel hasta un máximo de 0.025 milésimas de milímetro. Las paredes del cilindro en esta condición pueden ser para que proporcione una vida de servicio normal cuando son rectificadas otra vez. La medición del tamaño de la cavidad del cilindro se realiza ajustando un micrómetro para exteriores al diámetro estándar de la cavidad del motor de acuerdo al manual de servicio del fabricante, luego se ajusta el calibrador de la cavidad del cilindro a las mismas especificaciones.

Se ajusta a cero el dial en el medidor de cavidad mientras coloca el micrómetro, enseguida inserte el medidor de cavidad al cilindro que se va a medir y empújelo hacia abajo en el área del recorrido del anillo. Cuando el área no está desgastada sus dimensiones serán del tamaño estándar de la cavidad, a menos que haya sido rectificado y si el cilindro está aún en la medida estándar y debe leer una tolerancia de 0.05 centésimas de milímetro, el medidor se debe colocar a través del cilindro a  $90^\circ$  del cigüeñal. La diferencia en el diámetro de la cavidad en la parte superior del recorrido del anillo comparado con el diámetro de la cavidad debajo del recorrido del anillo es la cantidad de estrechamiento o desgaste. Si es excesivo, los cilindros se deben rectificar y adaptarse a los nuevos pistones. La forma de medir el bloque de cilindros se representa en la figura 46.

**Figura 46. Medición de conicidad del bloque de cilindros**



Fuente: Ellinger, Herbert y James Halderman. Manual para ajuste de motores y control de emisiones. Tomo II. Página 399.

La forma o manera más eficaz de corregir los fuera de redondez, conicidad o rayas del cilindro en exceso, es rectificar otra vez el cilindro. El cilindro rectificado de nuevo requiere el uso de un pistón nuevo, de mayor tamaño; los pistones de tamaño más grande generalmente tienen el mismo peso que los pistones originales. Los cilindros suelen ser perforados al tamaño del pistón más grande disponible para dar mayor potencia al motor como sea posible. La sobremedida máxima está determinada por dos criterios: el espesor de pared de cilindro y el tamaño de los pistones disponibles por el fabricante del motor, cuya dimensión es superior a la de fábrica (medida estándar). Si existen dudas respecto a la cantidad de sobre-medida posible sin causar debilidad estructural, se deberá efectuar una prueba ultrasónica en el bloque de cilindros para determinar el espesor de las paredes del cilindro. En la figura 47 se ilustra la prueba ultrasónica.

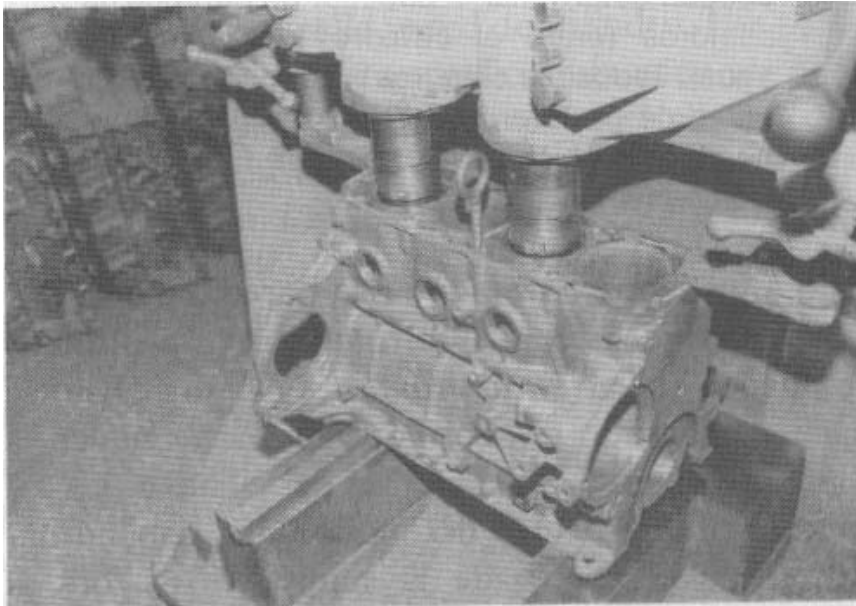
La variación en espesor de la pared del cilindro ocurre a causa de defectos de fabricación, entonces los cilindros se perforan hasta la sobre medida menor que lo enderece y lo limpie para un reacondicionamiento comercial. Las medidas más comerciales para rectificar un bloque de cilindros son 0.020 milésimas de pulgada, 0.030 milésimas de pulgada, 0.040 milésimas de pulgada, pero también depende del fabricante del motor debido a que no siempre ofrece estas medidas, sino por el contrario, ofrece otras. La mayoría de quienes reconstruyen motores, perforan los cilindros a la medida exacta de los pistones que se van a emplear. Después de perforado el bloque de cilindros a una sobre-medida normal, se rectifica el cilindro. La herramienta para rectificar, utilizada por un operario experimentado, pueden aumentar el diámetro de la perforación de 0.001 milésimas de pulgada a 0.003 milésimas de pulgada para el espacio típico que se necesita entre el pistón y las paredes de cilindros; en la figura 48 se aprecia la rectificación de un bloque de cilindros. La cantidad mínima recomendada que se puede remover por rectificación es de 0.002 milésimas de pulgada, para quitar el metal fracturado en la pared del cilindro debido a la perforación.

**Figura 47. Prueba ultrasónica para determinar el espesor de la pared del bloque de cilindros**



Fuente: Ellinger, Herbert y James Halderman. Manual para ajuste de motores y control de emisiones. Tomo II. Página 399.

**Figura 48. Rectificación del bloque de cilindros**



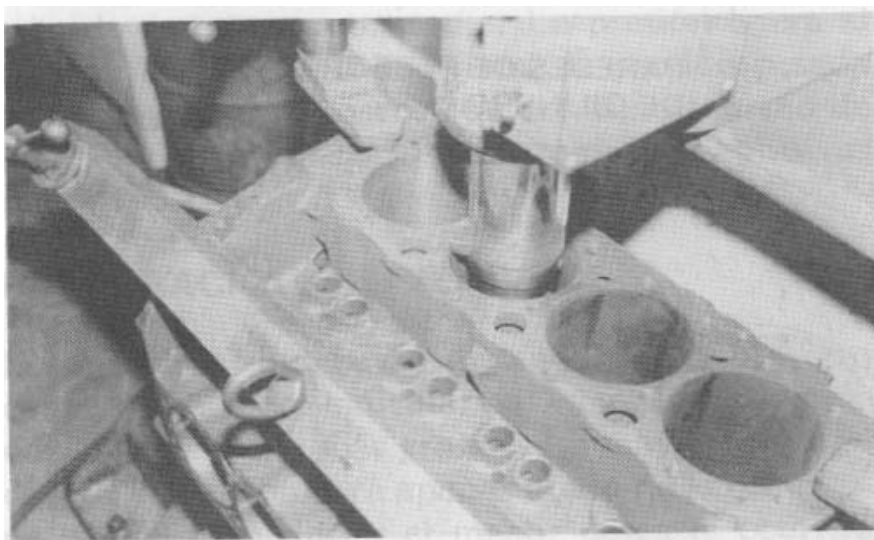
Fuente: Ellinger, Herbert y James Halderman. Manual para ajuste de motores y control de emisiones. Tomo II. Página 400.

#### **4.11 Instalación de cilindros metálicos en bloque de cilindros (encamisado)**

Los cilindros con estrechamiento excesivo, excentricidad, rallados, ondulaciones, surcos profundos que no se limpiarán bien al rectificar de nuevo el cilindro hasta el tamaño máximo. Entonces el bloque de cilindros con cilindros demasiado dañados, debido a surcos muy profundos, se puede salvar encamisando los cilindros. Ésto se hace perforando a sobre-medida para igualar el diámetro exterior de la camisa del cilindro. La camisa, que es de hierro fundido, se prensa dentro del bloque de cilindros remandrilado; luego el centro de la camisa se perfora al diámetro requerido del pistón. El cilindro se puede trabajar al tamaño necesario para un pistón estándar cuando se encamisa. El cilindro debe estar perpendicular al eje de cigüeñal para vida normal del cojinete de deslizamiento y pistón. Si la cubierta del bloque de cilindros ha sido alineada con el cigüeñal, se puede usar para alinear los cilindros.

Se fijan unas barras portátiles para perforación de cilindros a la cubierta del bloque de cilindros. Las máquinas perforadoras para producción de servicio pesado, apoyan el bloque de cilindros sobre las perforaciones de los cojinetes de deslizamiento principales. Los aparatos que sostienen el bloque de cilindros son perpendiculares al cabezal de perforación. De esta manera, las perforaciones de los cilindros serán perpendicular al cigüeñal independientemente de si la cubierta ha sido rectificada o no. Como se ilustra en la figura 49. Las tapas de los cojinetes de deslizamiento principales, deberán estar colocadas en el lugar correcto y se deberán apretar, al valor del par de torsión especificado por el fabricante del motor, al remandrilar el cilindro. Para perforaciones de precisión, es colocada con pernos una placa de simulación de cabeza en lugar de la cabeza de cilindros mientras se perforan los cilindros, de esta manera, la deformación es mínima. El procedimiento general para perforar cilindros es disponer la barra mandriladora de manera que sea perpendicular al cigüeñal.

**Figura 49. Perforación del bloque de cilindros para encamisarlo**



Fuente: Ellinger, Herbert y James Halderman. Manual para ajuste de motores y control de emisiones. Tomo II. Página 400.

Deberá estar ubicada sobre el centro del cilindro, el centro del cilindro se encuentra instalando pasadores para centrar en la barra. La barra se baja de manera que los pasadores para centrar se ubiquen y se ajusten cerca del fondo del cilindro, donde ha ocurrido el menor desgaste. Eso ubica a la barra de perforar sobre el centro del cilindro original. Para cortar se utiliza una herramienta aguda esmerilada apropiadamente para cortar, se instala y ajusta a la dimensión deseada. Algunas herramientas pueden cortar más profundo que otras, los cortes toscos remueven mucho metal en cada paso de la herramienta de corte. El corte tosco es seguido por el corte fino que produce un acabado mucho más liso y más exacto, el filo de la herramienta es diferente para perforar, desbastar y dar un acabado, el último corte se hace al menos de 0.002 milésimas de pulgada o su equivalente de 0.05 centésimas de milímetro más pequeño que el diámetro requerido. Las camisas también se deben medir por su diámetro interno para determinar si el tamaño de la cavidad es estándar o de tamaño excedido. El estrechamiento de la camisa del cilindro, la excentricidad u ondulación se deben medir para determinar el tipo de reparación, es permitido un máximo de 0.025 milésimas de milímetro, si es mayor es necesario cambiar las camisas. Las camisas se instalan en la prensa hidráulica si son camisas secas, con sumo cuidado para no quebrarlas y con la mano a cierta presión, si son húmedas, siempre teniendo el cuidado de cambiar los sellos nuevos.

#### **4.12 Rectificar bancadas a bloque de cilindros**

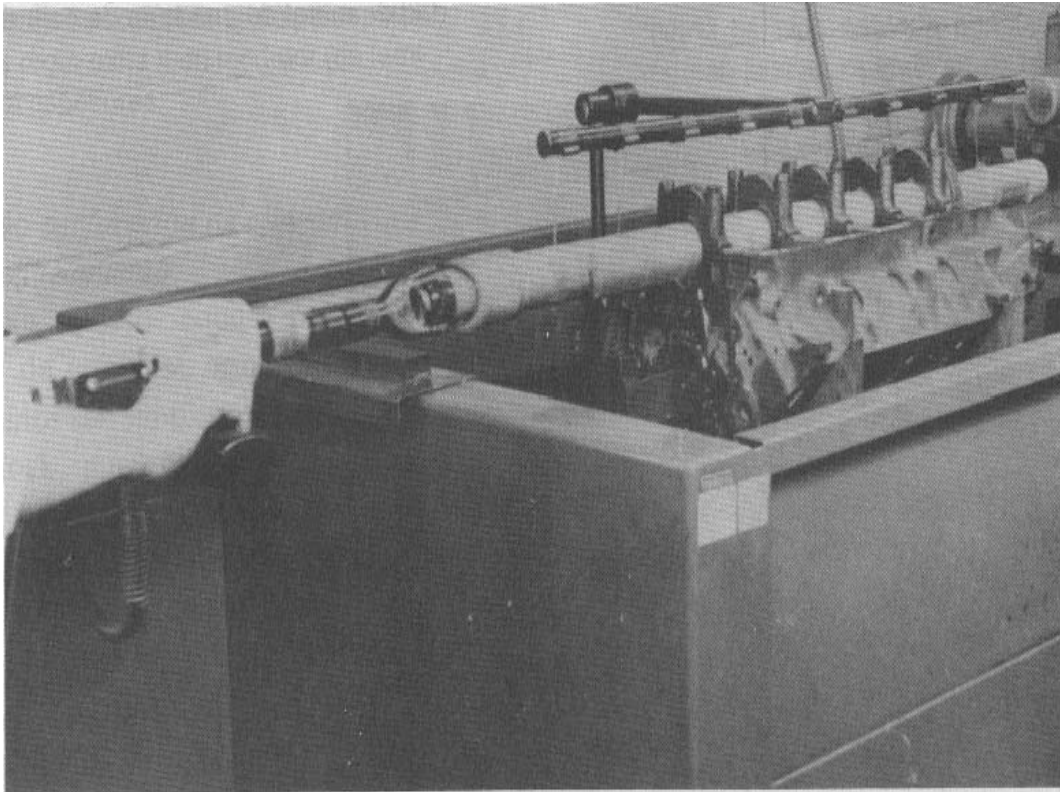
En este trabajo también recibe el nombre de perforación de alineamiento o rectificación de alineamiento, se realiza el arranque de viruta en la parte inferior del bloque de cilindros, donde se coloca el eje de cigüeñal. Esta tarea se realiza debido a que el eje de cigüeñal al ser dañado, debido a una conducción inadecuada del automóvil, una lubricación irregular en el motor, también por el golpeteo debido a la combustión; entonces el bloque de cilindros sufre daños que se pueden reparar únicamente rectificando la parte inferior.

Existen varios métodos para realizar este trabajo. Algunos son simples aparatos que se fijan en el bloque de cilindros, mientras otros colocan el bloque de cilindros en la máquina de rectificación de bancadas, luego se le colocan las tapaderas de bancada apretadas al par de torsión correcto indicado por el fabricante. Lo que se logra con este trabajo es corregir los defectos que se han generado debido a los problemas antes mencionados, a la parte inferior del bloque de cilindros donde se coloca el eje de cigüeñal, lo que se logra con esta tarea es dar una superficie concéntrica, sin ralladuras y sin material ajeno.

La herramienta para rectificar las bancadas es igual a la que se usa para rectificar los cilindros del bloque, como sabe se produce una superficie de acabado más fino. Primero, se quita una pequeña cantidad de metal de las superficies de unión de tapa de cojinete principal, como se indica en la figura 50. Se requiere que se remueva 0.015 milésimas de pulgada de material o su equivalente de 0.38 centésimas de milímetro con el uso de la herramienta de corte. Para alinear se realiza un corte de sólo 0.002 milésimas de pulgada o su equivalente de 0.05 centésimas de milímetro.

Para realizar esta tarea se requiere una gran destreza, tacto y práctica, se requiere que los conductos de aceite se limpien completamente después de la rectificación de bancada, para remover abrasivos y las virutas de metal, las superficies rectificadas se recubren de aceite para evitar oxidación hasta que se limpie el bloque de cilindros, una superficie bien rectificada sirve para dar una superficie de respaldo adecuada a los cojinetes de deslizamiento, y así consigamos que el cigüeñal gire libremente.

**Figura 50. Rectificación de bancada del bloque de cilindros**



Fuente: Ellinger, Herbert y James Halderman. Manual para ajuste de motores y control de emisiones. Tomo II. Página 396.

#### **4.13 Ajuste de bancada a bloque de cilindros**

Este trabajo consiste en medir y verificar el espacio que debe existir entre los cojinetes de deslizamiento, y los muñones centrales del eje de cigüeñal. Principalmente para saber que el eje de cigüeñal recibirá una buena lubricación cuando esté funcionando y así no existan problemas cuando el motor esté trabajando. Este trabajo se realiza en algunos talleres de reconstrucción de motores para facilitar el armado del motor al mecánico automotriz. El método de este trabajo, es el siguiente: el bloque de cilindros deberá estar completamente limpio, la bancada deberá estar rectificada, el eje de cigüeñal deberá estar limpio y rectificado a la medida sugerida.



Los cojinetes de deslizamiento deben estar nuevos o en buen estado, también a la medida correcta respecto al eje de cigüeñal. Se coloca el bloque de cilindros en una superficie plana, libre de suciedad y polvo; luego se colocan los cojinetes de deslizamiento en la bancada del bloque de cilindros de forma correcta, luego se coloca el eje de cigüeñal sobre los cojinetes, a los muñones del eje de cigüeñal se le coloca una tira de plastigage del color adecuado según sea la clase de motor (verde motor gasolina, rojo motor diesel y azul motor diesel de cilindrada grande). Luego se colocan las tapaderas de bancada del bloque de cilindros con sus respectivos cojinetes de deslizamiento ya instalados, por último se aprietan los tornillos de las tapaderas de bancada al par de apriete correcto y de la manera correcta.

Por último se aflojan los tornillos de las tapaderas de bancada, se retiran de su posición y se verifica el ancho de la tira de plastigage, para ver si el ancho de la tira corresponde a un espacio adecuado para la película de aceite que debe existir entre cojinete de deslizamiento y muñón central de eje de cigüeñal, si el ancho de la tira de plastigage no es el correcto entonces se debe verificar el estado físico de las tapaderas bancada y si deben ser trabajadas, por el contrario únicamente se limpian los muñones del eje de cigüeñal, los cojinetes de deslizamiento.

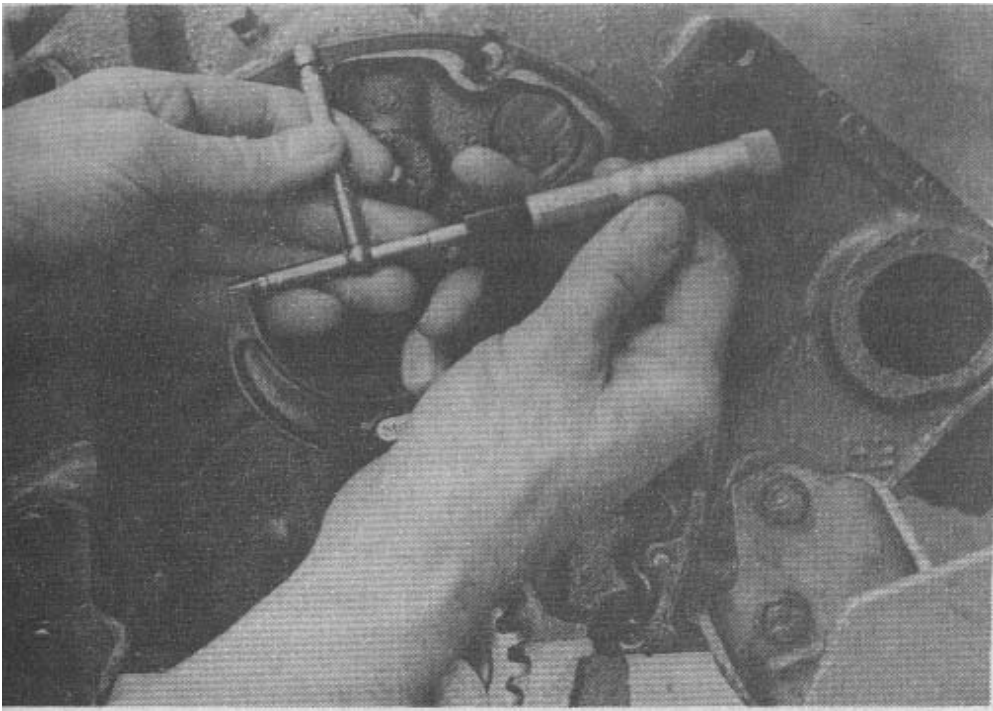
El espacio correcto, comúnmente utilizado en la práctica, son 0.003 milésimas de pulgada para motores que funcionan con combustible diésel y 0.002 milésimas para motores que funcionan con combustible a gasolina, es básico saber que esta tarea se debe realizar en una atmósfera lo más limpia posible, para evitar problemas posteriores en el funcionamiento del motor, debido a que una basura o una suciedad es intolerable en la superficie entre el eje de cigüeñal y el cojinete de deslizamiento colocado en la tapadera central de bancada.

#### **4.14 Cambio de bujes de eje de levas a bloque de cilindros**

Es importante hacer saber que esta tarea únicamente se realiza en los motores que llevan eje de levas en el bloque de cilindros, cuando el eje de levas está colocado en la parte superior del motor, sobre la cabeza de cilindros se omite esta tarea. Como se sabe, como todo eje que está sometido a rotación, el eje de levas o árbol de levas gira y debe estar cargado por cojinetes de deslizamiento, pero comúnmente son llamados bujes. Éstos van colocados a presión dentro del bloque de cilindros y están colocados en una forma adecuada para permitir lubricación, y como sea posible evitar desgaste excesivo.

Después de un diagnóstico, se toma la decisión de cambiar los bujes del árbol de levas, el método para realizar este trabajo consiste en desmontar los bujes usados en mal estado, que están instalados a presión, la herramienta para realizar este trabajo, es una barra larga de acero que se coloca en el orificio del eje de levas, a ella se le instala una rueda de acero del diámetro del mismo tamaño del diámetro de los bujes, luego se golpea de un extremo la barra con un martillo, con estos golpes logramos sacar los bujes del eje de levas. Después de desinstalados los bujes dañados se procede a instalar los bujes nuevos uno por uno; los bujes nuevos se colocan en la barra, luego la herramienta se introduce en el espacio que ocupa el eje de levas, la barra de acero lleva instalada la rueda, la cual es la encargada de colocar cada buje en su lugar y en su posición correcta para permitir la lubricación. En la figura 51 se aprecia la herramienta utilizada para realizar esta tarea.

**Figura 51. Herramienta para realizar el cambio de bujes de eje de levas, en el bloque de cilindros**



Fuente: Ellinger, Herbert y James Halderman. Manual para ajuste de motores y control de emisiones. Tomo II. Página 295.

#### **4.15 Metalizado de bloque de cilindros**

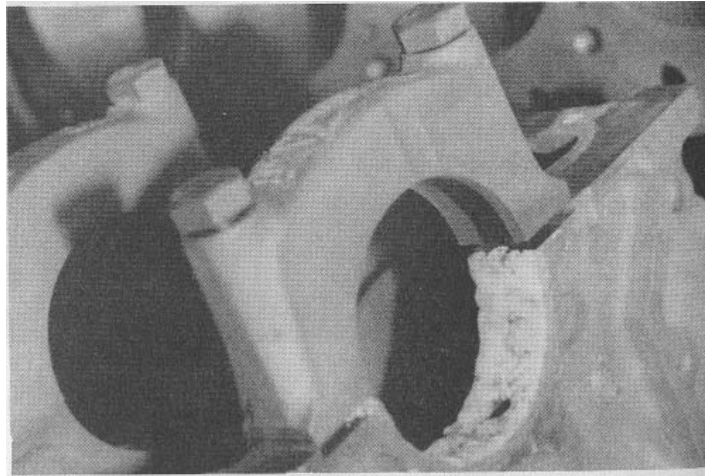
Debido a las sollicitaciones mecánicas y térmicas, a las cuales está sometido el bloque de cilindros, este sufre desgastes excesivos de tal manera que su construcción física se ve dañada de forma muy severa. Se utiliza la opción del metalizado en caliente. Las partes que comúnmente sufren desgaste por el funcionamiento del motor son: la bancada del bloque de cilindros, las tapaderas de bancada del bloque de cilindros y la parte lateral del bloque de cilindros.

#### **4.15.1 Metalizar bancada a bloque de cilindros**

Como se sabe, el metalizado consiste en utilizar soldadura de latón, la metalización de la bancada del bloque de cilindros, aplicar soldadura de latón en la superficie del bloque de cilindros donde asienta el eje de cigüeñal, para darle la altura correcta a la bancada o bancadas dañadas. Este daño es debido a alguna falla en el eje de cigüeñal; el problema es demasiado grande que a veces el material del cojinete se pega en la bancada o en el peor de los casos la bancada sufre perforaciones demasiado grandes, las cuales únicamente es posible corregirlas metalizando la bancada, práctica muy común, pero profesionalmente no se recomienda; debido a que, esta técnica no está normalizada.

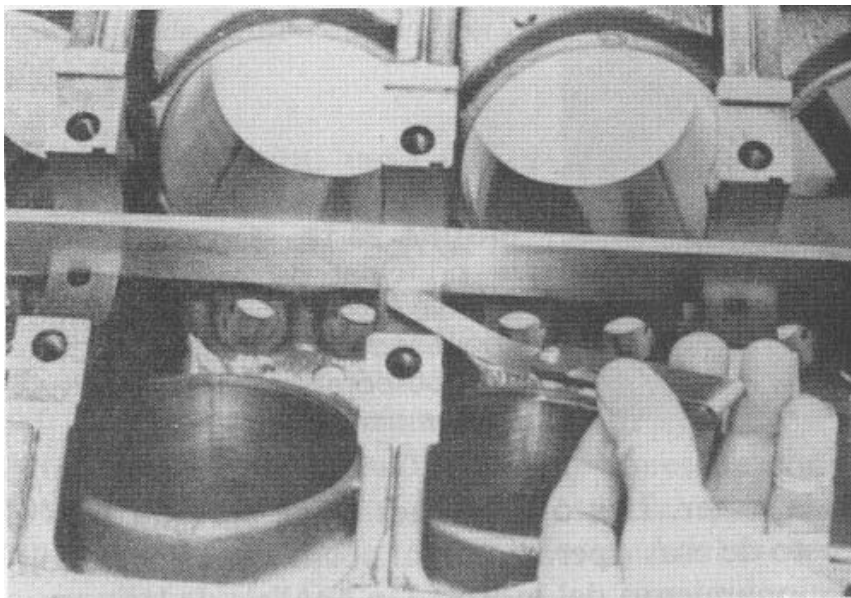
Después de metalizar la parte dañada se coloca el bloque de cilindros en la máquina que rectifica las bancadas, para darle a la superficie la textura adecuada y la medida correcta. Con este trabajo logramos ahorrar ciertos inconvenientes de tiempo y económicos, que se traducen en utilidades para el propietario del motor. En la figura 52 y 53 se ilustra una bancada central de un bloque de cilindros metalizada y el método de verificación del alineamiento de las bancadas de asientos de cojinetes de deslizamientos centrales después de metalizadas y rectificadas respectivamente.

**Figura 52. Bancada central del bloque de cilindros metalizada**



Fuente: Ellinger, Herbert y James Halderman. Manual para ajuste de motores y control de emisiones. Tomo II. Página 394.

**Figura 53. Método de verificación de las bancadas centrales de un bloque de cilindros, después de metalizadas y rectificadas**



Fuente: Ellinger, Herbert y James Halderman. Manual para ajuste de motores y control de emisiones. Tomo II. Página 394.

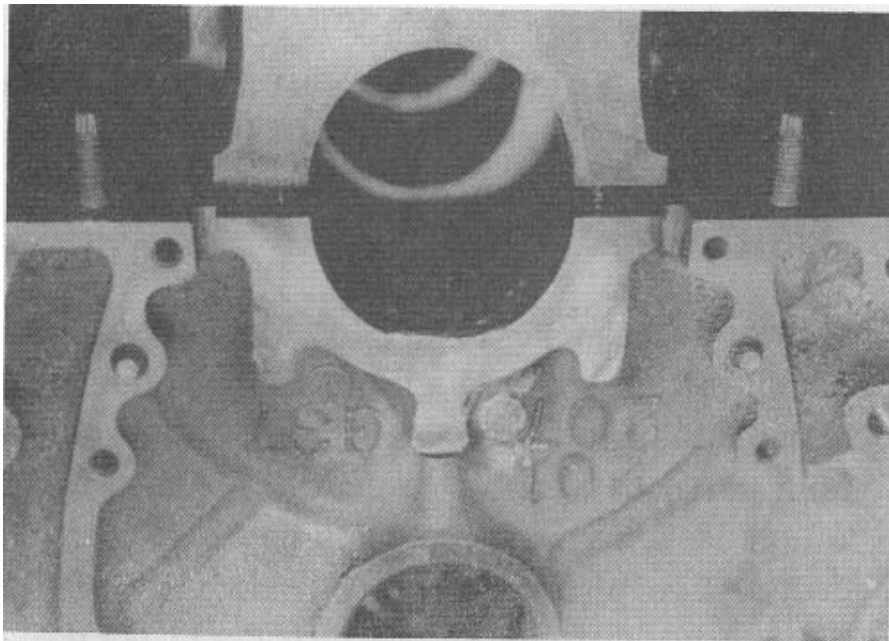
#### **4.15.2 Metalizar tapadera a bloque de cilindros**

Esta tarea se realiza en la superficie de la tapadera de bancada donde hace contacto con el eje de cigüeñal, o se realiza también en la parte lateral de la tapadera. El problema es generado cuando los cojinetes de deslizamiento utilizados para atenuar el juego axial no cumplen su misión, entonces el desgaste es demasiado grande y se refleja en la parte lateral de la tapadera de bancada, sino por el contrario, el problema se da en la superficie que tiene contacto con el eje de cigüeñal y la tapadera de bancada. Cuando el problema es originado en la parte anteriormente mencionada, el material del cojinete se pega a la tapadera debido a una fundición de la bancada, creando así problemas que se solucionan únicamente aplicando el metalizado. Después de metalizada la tapadera, ésta se lleva a un cepillo o un torno para darle la medida correcta, y después para que sea colocada en el bloque de cilindros y continuar así con el proceso de reconstrucción del motor.

#### **4.15.3 Metalizar lateral a bloque de cilindros**

Cuando el problema del juego axial no se refleja en la tapadera de bancada, sus consecuencias se materializan en la parte lateral del bloque de cilindros. Como se sabe, las consecuencias de un juego axial excesivo también se materializan en el bloque de cilindros, generando comúnmente desgaste demasiado grande, el cual únicamente se puede solucionar metalizando con soldadura de latón. Ya metalizada la parte dañada, el bloque de cilindros se lleva a maquinar para darle las dimensiones correctas, con esto logramos que el bloque de cilindros vuelva a estar con sus medidas correctas para poder hacerlo funcionar. Este trabajo, se recomienda que lo haga un técnico con suficiente experiencia y conocimientos. En la figura 54 se representa un bloque de cilindros metalizado y maquinado en la parte lateral.

**Figura 5. Bloque de cilindros metalizado y maquinado en la parte lateral**

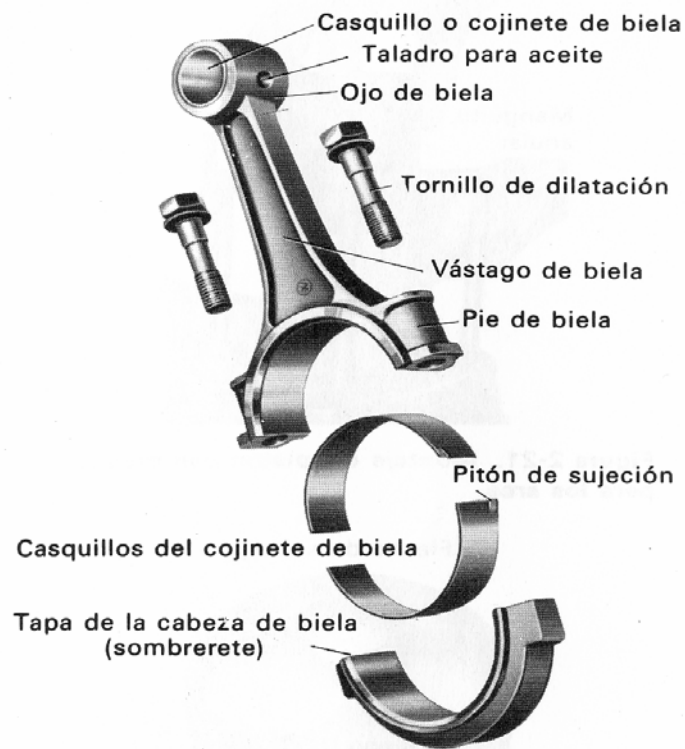


Fuente: Ellinger, Herbert y James Halderman. Manual para ajuste de motores y control de emisiones. Tomo II. Página 395.

#### 4.16 Biela

La biela es un componente o pieza del motor de acero forjado que conecta el pistón al cigüeñal. Sirve además para transmitir al cigüeñal la fuerza recibida del pistón, transformando el movimiento rectilíneo alternativo del pistón en el movimiento rotativo del cigüeñal, debido a eso su construcción debe ser fuerte a fin de resistir la presión de la combustión y esfuerzos a la que es sometida normalmente. Se divide en tres partes fundamentales llamadas: pie, cuerpo y ojo o cabeza. Ver figura número 55.

**Figura 55. Partes de una biela**



Fuente: Gerschler, Hellmut y Max Bohner. Tecnología del automóvil. Tomo II. Página 226.



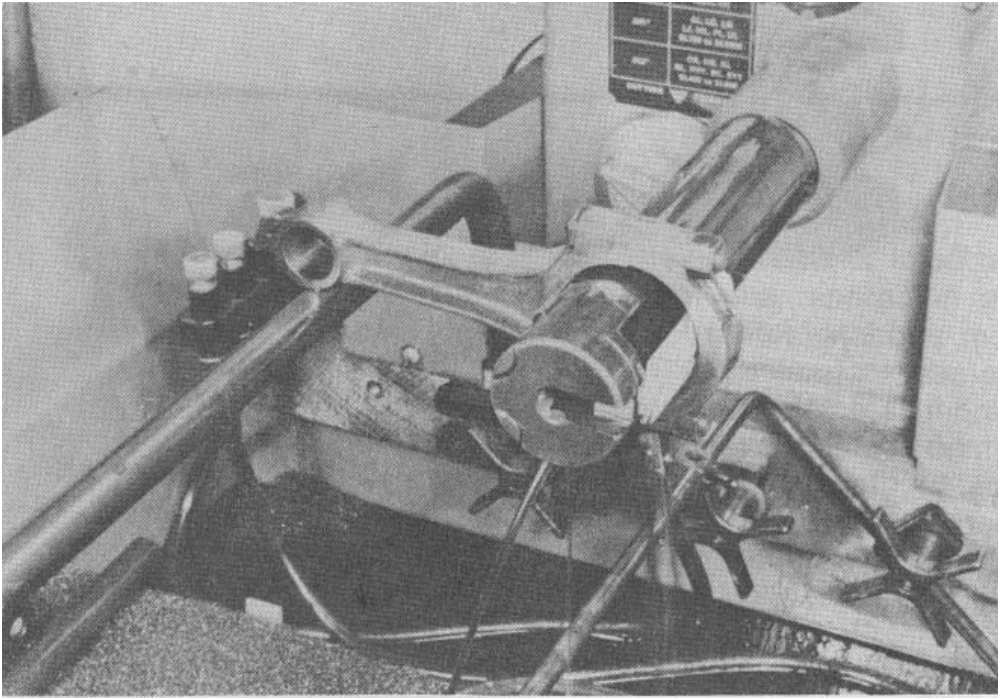
#### **4.17 Diagnóstico de biela**

Esta pieza, debido a su forma de trabajo, sufre ciertos desgastes, daños, y debe ser sometida al diagnóstico siguiente: Revisar si la biela no se encuentra torcida, específicamente revisar la alineación del ojo de la biela respecto al pie de ésta; rectificando de diámetro de biela, en cual consiste en revisar si el pie de la biela y su respectiva tapadera de muñón, tienen una circunferencia perfecta, sometiendo la biela a una medición con el reloj comparador para verificar si existe deformación con la tapadera de muñón instalada y apretada al par de torsión correspondiente como lo indica el manual del fabricante. Cambio de bujes de biela, esta tarea se realiza cuando la superficie de éstos se encuentra deteriorada o éste se ha corrido en la superficie del ojo de la biela y dependiendo del motor, se realiza la siguiente tarea: armado de pistones a presión. Todas estas tareas que conforman el diagnóstico de la biela se detallan a continuación.

#### **4.18 Rectificado de diámetro de biela**

Si no existe una circunferencia perfecta, la biela es sometida a una rectificación en una máquina llamada rectificadora de bielas. Las veces que es necesaria realizar esta tarea, no tiene límite, siempre que la biela no sufra daños considerables como la fundición del cojinete antifricción colocado en el pie de biela, tampoco tiene un valor mínimo de arranque de material. Si el cojinete se funde la biela se desecha. En la figura 56 se muestra el método de rectificación.

**Figura 56. Método de rectificación de diámetro de biela**



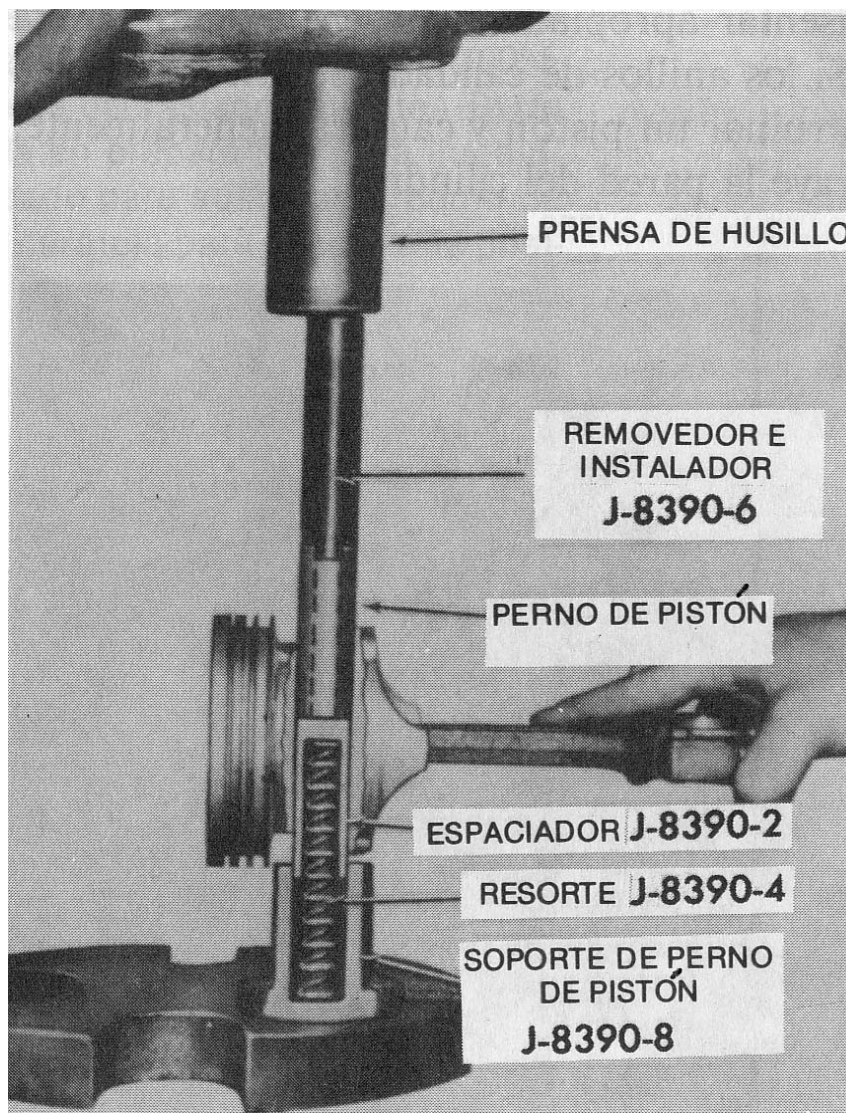
Fuente: Ellinger, Herbert y James Halderman. Manual para ajuste de motores y control de emisiones. Tomo II. Página 347.

#### **4.19 Cambio de bujes de biela**

Este trabajo consiste en verificar la condición de los bujes y de allí decidir si se deben cambiar; los problemas más comunes de los bujes son rayones profundos en su superficie de contacto, corrimiento del buje dentro de la parte superior de la biela, llamado ojo de biela. El cambio consiste en extraer los bujes por medio de una prensa hidráulica y luego instalar los nuevos en su posición correcta, verificando que los agujeros de lubricación coincidan y que entren compartidos en la parte correspondiente de la biela.

La instalación de estos bujes dependerá del tamaño de la biela y el buje, para poder determinar si se instalan utilizando la forma de presión o se utiliza otro método para ayudar a su introducción. Como ejemplo podemos citar el siguiente: calentar el ojo de la biela y enfriar los bujes en nitrógeno líquido para facilitar su introducción. Ver figura 57.

**Figura 57. Cambio de bujes de biela**

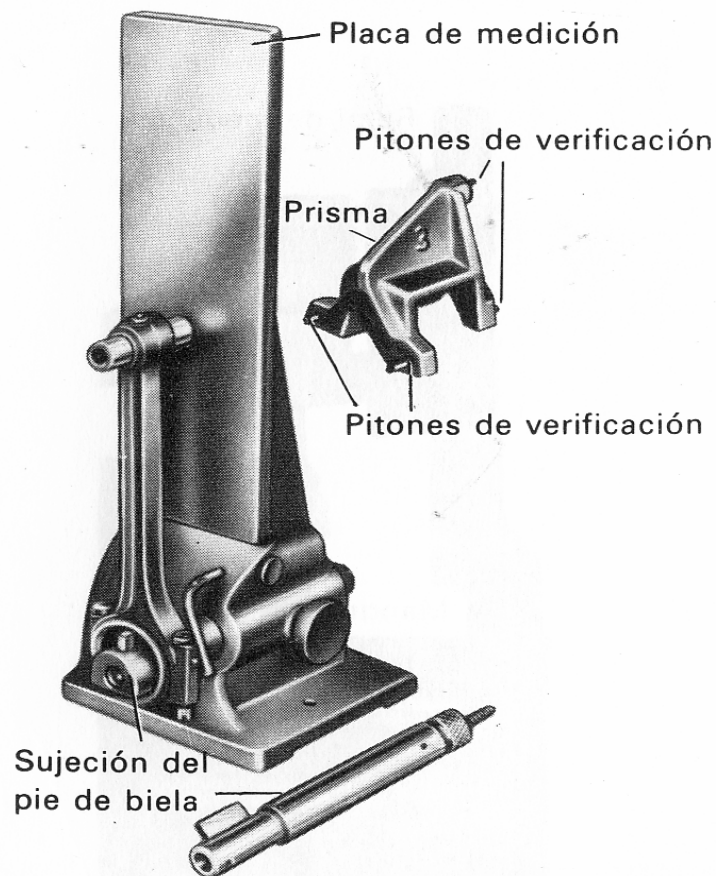


Fuente: Ellinger, Herbert y James Halderman. Manual para ajuste de motores y control de emisiones. Tomo II. Página 345.

## 4.20 Alineación de bielas

Llamado también verificación de biela y consiste en revisar el paralelismo del ojo de la cabeza de biela y del cojinete de la biela. Esta tarea nos indica si la biela está torcida o no, dicha torcedura se provoca debido a malas condiciones de manejo del vehículo, si existiera torcedura o desalineación de la biela el pistón se inclina y se produce un fuerte desgaste, en la pared del cilindro como en el mismo pistón y en el cojinete de biela. El método de la alineación de biela es el siguiente, ver figura 58.

**Figura 58. Alineación de bielas**

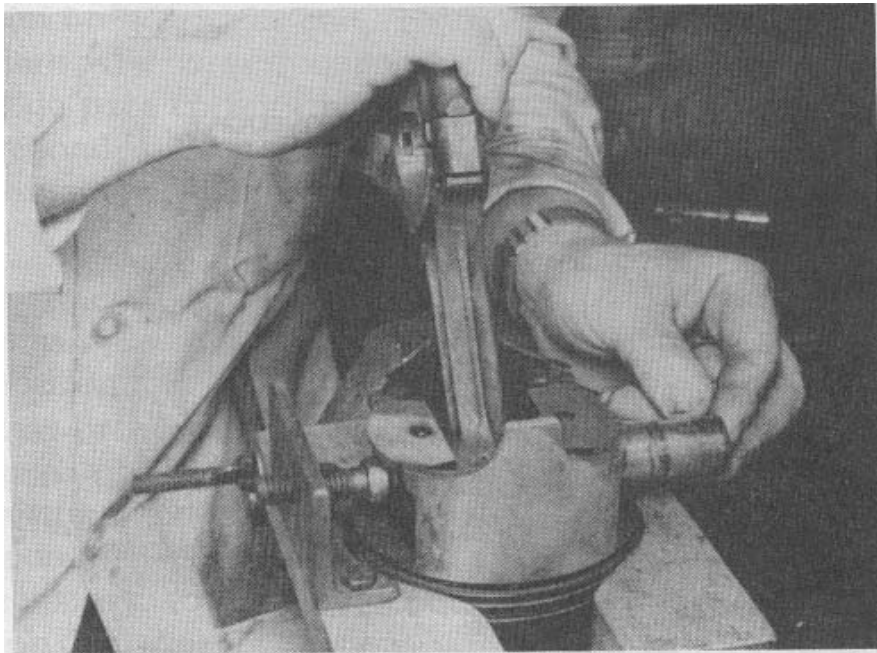


Fuente: Gerschler, Hellmut y Max Bohner. Tecnología del automóvil. Tomo II. Página 227.

#### 4.21 Armado de pistones a presión

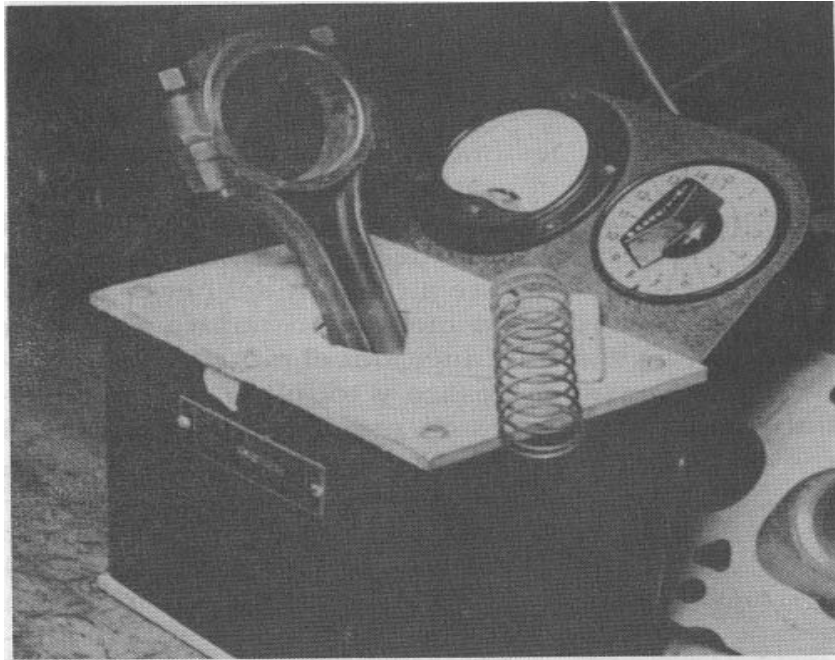
Esta tarea consiste en introducir a presión, por medio de una prensa hidráulica, el pasador, el cual sirve para sujetar el pistón y la biela. El perno se prensa dentro de la biela hasta que está centrado. El ajuste a presión del perno dentro del pistón, es lo suficiente para soportar las condiciones de trabajo a la que está sometido cuando el motor está funcionando. Para facilitar la instalación del perno o el armado de pistones a presión, el ojo de la biela se calienta para expandirlo de manera que el perno o bulón se instale sin utilizar mucha fuerza, siempre teniendo el cuidado de introducirlo en la posición correcta. Ver figuras 59 y 60 respectivamente.

**Figura 59. Armado de pistones a presión, instalación de perno a presión**



Fuente: Ellinger, Herbert y James Halderman. Manual para ajuste de motores y control de emisiones. Tomo II. Página 346.

**Figura 60. Método para expandir el ojo de biela**

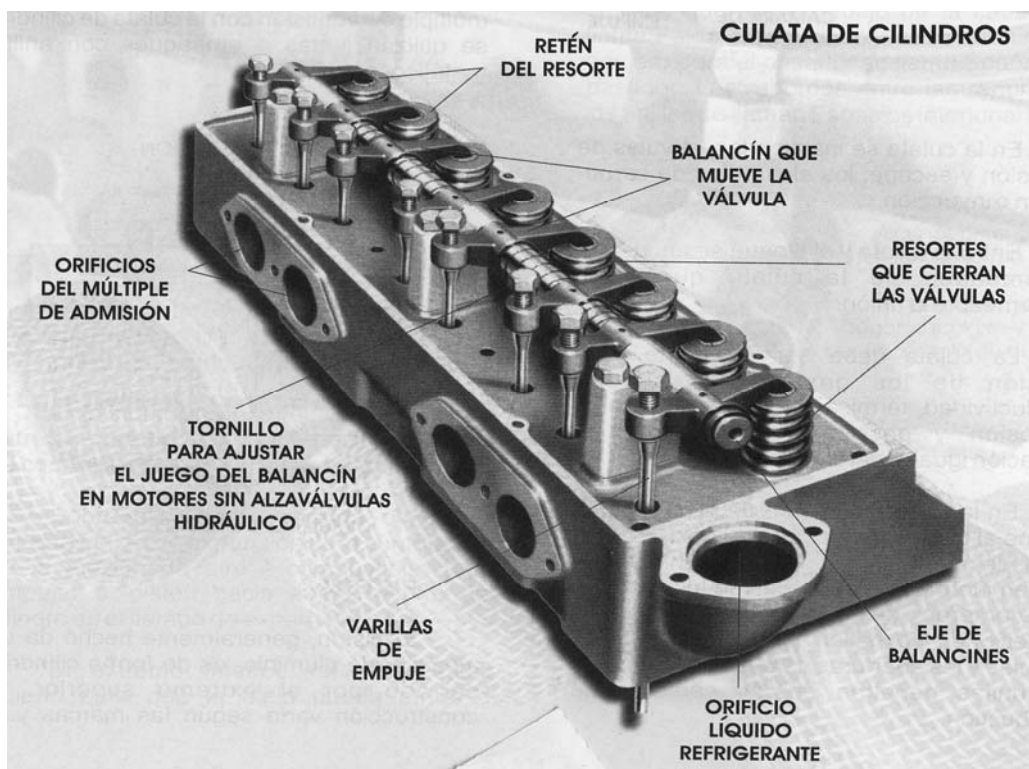


Fuente: Ellinger, Herbert y James Halderman. Manual para ajuste de motores y control de emisiones. Tomo II. Página 346.

## 4.22 Cabeza de cilindros

Parte del motor que sirve de tapadera de los cilindros y se fija al bloque de cilindros por medio de pernos o espárragos, es casi siempre desmontable. La cabeza de cilindros llamada comúnmente culata está fabricada de aluminio o hierro fundido, en su interior posee aberturas que se comunican con las camisas de agua en el bloque de cilindros. En ella se instalan las válvulas de admisión y escape, los elementos de carburación o inyección. La culata debe ser resistente a la presión de los gases, tener buena conductividad térmica, ser resistente a la corrosión y poseer un coeficiente de dilatación. En la figura número 61 se aprecia una culata.

**Figura 61. Cabeza de cilindros (culata)**



Fuente: Rueda Santander, Jesús. Técnico en mecánica y electrónica automotriz. Tomo I.

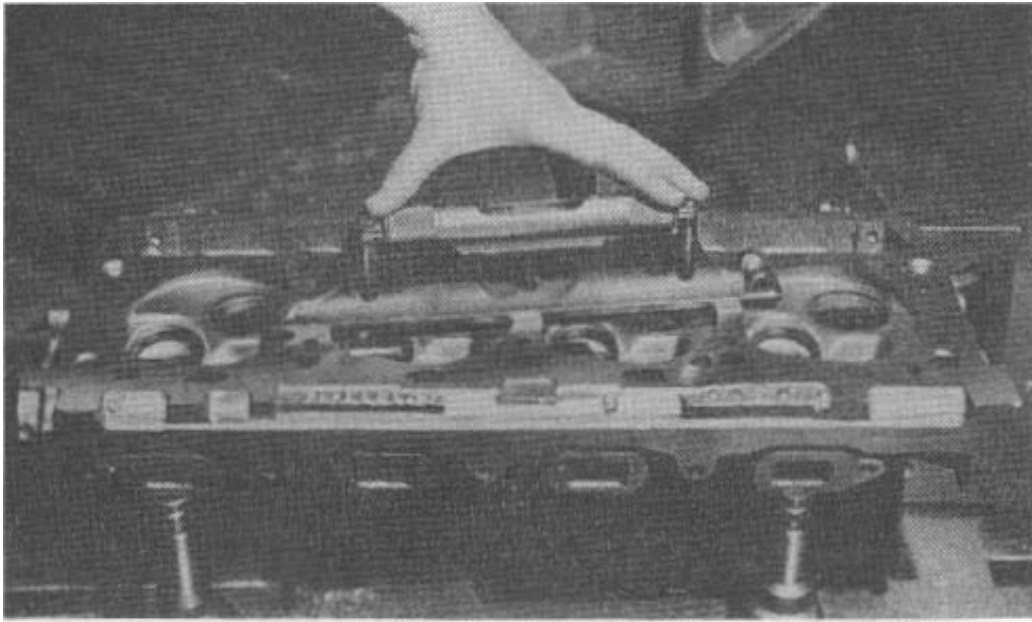
Página 83.

#### **4.23 Diagnóstico de cabeza de cilindros**

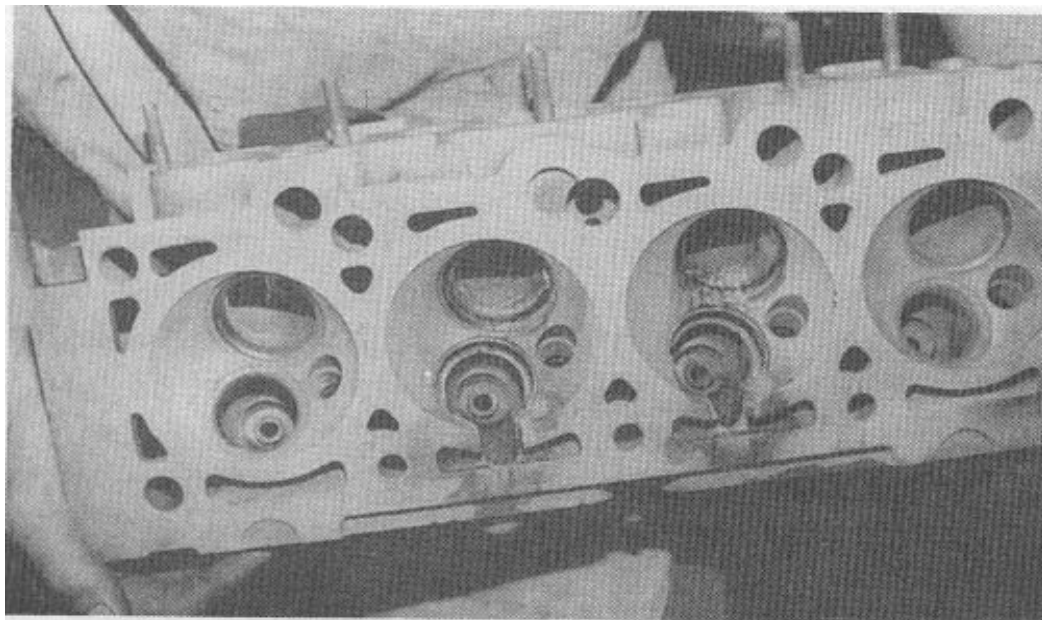
Por lo anteriormente mencionado, este componente debe revisarse cuando se desmonta de las siguientes partes para verificar su estado físico, el diagnóstico incluye lo siguiente: revisión de los asientos de válvulas, el asiento se revisa con un medidor de carátula para asegurar que está concéntrico a no más de 0.002 de pulgada y aproximadamente 0.05 centésimas de milímetro antes del acabado final, los asientos de válvula tendrán un ángulo de asiento normal de 45° o 30°. Las válvulas, tanto de escape como de admisión, se revisan de sus respectivos vástagos, midiendo éstos con un micrómetro, luego se comparan las medidas con los valores del manual del fabricante y así poder decidir si se cambian o no. También se revisan de la cabeza, verificando la superficie de la cabeza de la válvula, utilizando para ello un instrumento medidor de ángulos, los cuales son comparados con los valores del manual del fabricante, decidiendo si necesitan rectificación o reemplazo. Las guías de válvulas también se diagnostican revisando su respectivo diámetro interior, utilizando medidores de guías, los cuales tienen medidas de fábrica, luego se mide el diámetro del vástago y así se verifica si las guías están demasiado deterioradas, determinando con esto qué tarea se les realizará, de las que se mencionan a continuación: cambio de guías de válvulas, pulido de guías de válvulas, adaptación de guías de válvulas. Revisión de la planitud de la culata, para determinar si es necesario el cepillado de cabeza de cilindros; esta tarea se determina deslizando una laminilla de medir de 0.004 de pulgada debajo de una regla recta sostenida contra la superficie de la culata, la medida adecuada de la cual no deberá exceder en más de 0.002 de pulgada o su equivalente de 0.05 centésimas de milímetro; en cualquier longitud de seis pulgadas de longitud total, si la medida obtenida se excede a los valores anteriores, entonces la culata está torcida y es necesario cepillarla, no sin antes revisar la altura de ésta, para cerciorarse si se puede realizar esta tarea. Dependiendo del tipo de motor se debe diagnosticar, las fundas de los inyectores. En la figura 62 se observa la revisión de la superficie de la cabeza de cilindros.



**Figura 62. Revisión de superficie de cabeza de cilindros**



Fuente: Ellinger, Herbert y James Halderman. Manual para ajuste de motores y control de emisiones. Tomo II. Página 255.



Fuente: Ellinger, Herbert y James Halderman. Manual para ajuste de motores y control de emisiones. Tomo II. Página 255.

#### **4.24 Fresado de asientos de válvulas**

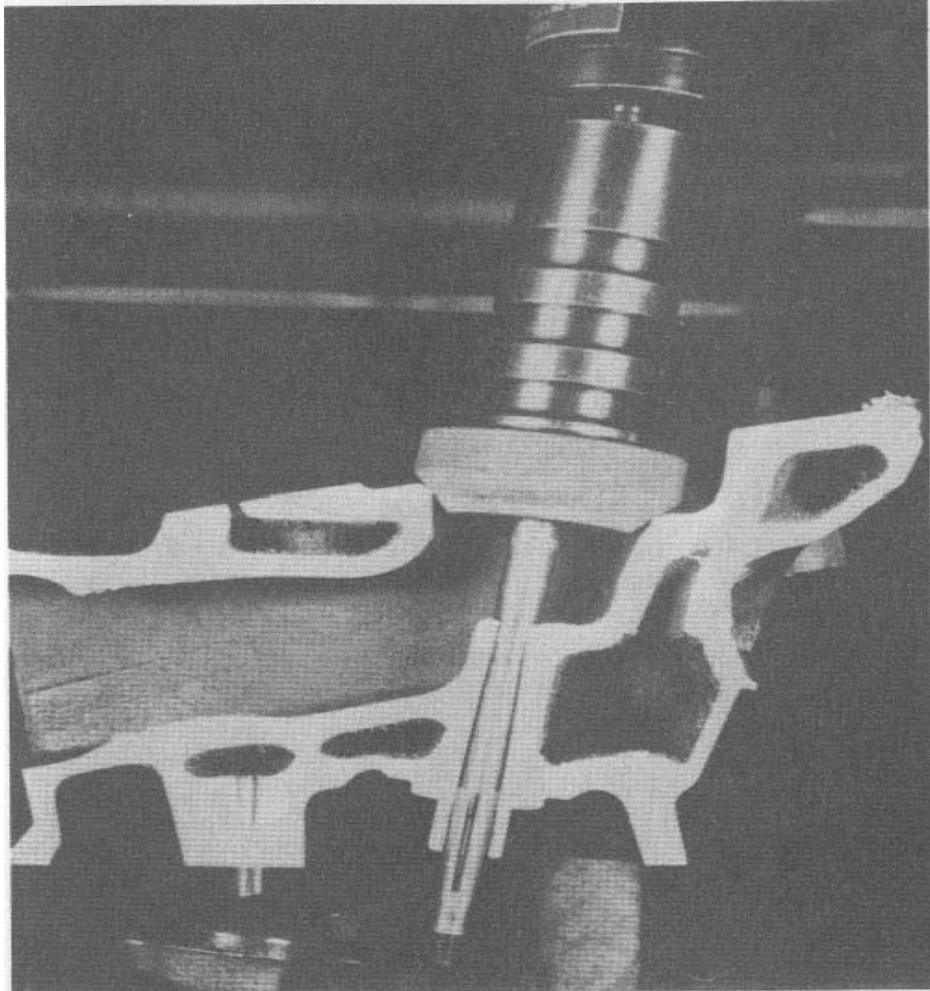
Esta tarea también se llama reacondicionamiento de asientos de válvulas, se realiza después que se ha rectificando la cabeza en su superficie y que las guías de la válvula se han puesto de nuevo a la medida. El ancho y posición finales del asiento de la válvula, se revisan contra la válvula que se va a usar sobre el asiento que se está reacondicionando.

Es una buena práctica limpiar cada asiento de válvula antes de esmerilar. Ésto impide que la tierra rellene la piedra de esmerilar. El método es el siguiente: el piloto se coloca en la guía de válvula, se pone una gota de aceite en el extremo del piloto para lubricar el sostén, éste, con la piedra de asentar labrada, se coloca sobre el piloto con un trocito de lija entre la piedra y el asiento. El papel se sostiene contra la piedra y se hace girar a mano de manera que la lija limpie el asiento. Se quita la lija para que se pueda esmerilar el asiento.

El impulsor para el sostén de la piedra, se debe sostener firmemente sobre el sostén, de modo que no se apliquen cargas laterales como se indica en la figura 63. Las cargas laterales impedirán el esmerilado concéntrico, hay que apagar el motor de modo que no caiga el peso del mismo sobre el sostén. Ésto permite que el abrasivo de la piedra y del metal no vuele como rebabas por entre la piedra y el asiento para un esmerilado liso y rápido.

El esmerilado se hace en ataques cortos, permitiendo que la piedra de asentar gire aproximadamente 10 vueltas. El sostén y la piedra se levantan del asiento entre cada ataque de esmeril para revisar la condición del asiento, el asiento acabado es brillante y liso de un lado a otro en toda la superficie, sin que queden agujeros o asperezas, el esmerilado de precisión requiere que la piedra se labre de nuevo y que se dé al asiento un ataque final de esmerilado muy fino de tres a cinco vueltas, ésto dará un acabado ideal al asiento.

**Figura 63. Impulsor y sostén de la piedra para rectificado de asientos**

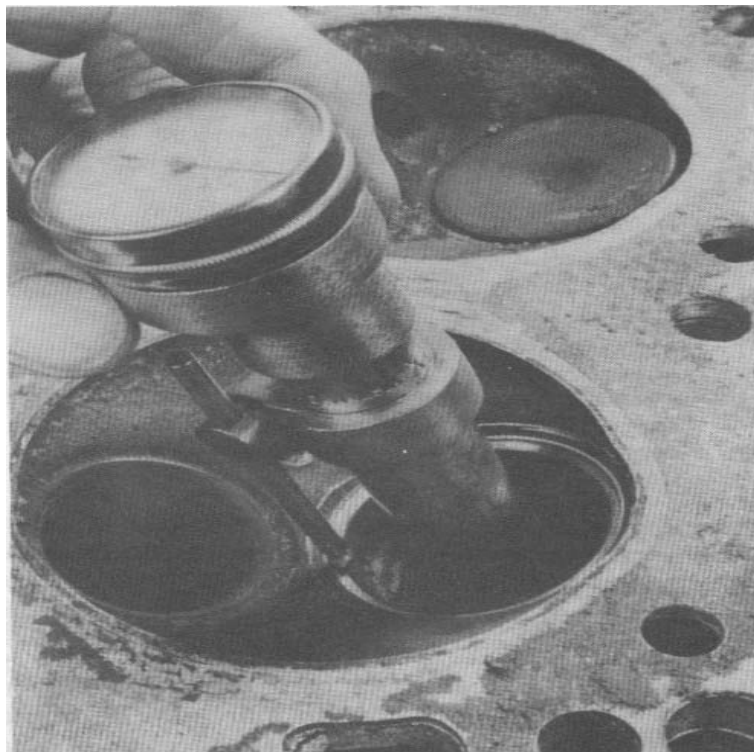


Fuente: Ellinger, Herbert y James Halderman. Manual para ajuste de motores y control de emisiones. Tomo II. Página 270.

Los asientos de válvulas tienen comúnmente ángulos de  $45^\circ$  y  $30^\circ$ , porque los asientos angostos de válvula de  $45^\circ$  aplastarán los residuos de carbón para evitar su acumulación. La válvula, por consiguiente, cerrará herméticamente en el asiento. Idealmente, la cara de la válvula y el asiento deberán tener el mismo ángulo.

Esto es imposible, sobre todo en las válvulas de escape, pues la cabeza de la válvula es mucho más caliente que el asiento y así la válvula se expande más que el asiento. Esta expansión hace que la válvula caliente haga contacto con el asiento en un lugar diferente al de la válvula cuando estaba fría. En la figura 64 se ilustra la revisión de los asientos de válvula.

**Figura 64. Revisión del asiento de válvula**



Fuente: Ellinger, Herbert y James Halderman. Manual para ajuste de motores y control de emisiones. Tomo II. Página 271.

Como resultado de su forma, la válvula no se expande en forma pareja cuando se calienta. Esta expansión dispareja también afecta la manera en que la válvula caliente hace contacto con el asiento. Al ángulo entre la cara y el asiento de válvula, se llama ángulo de interferencia.

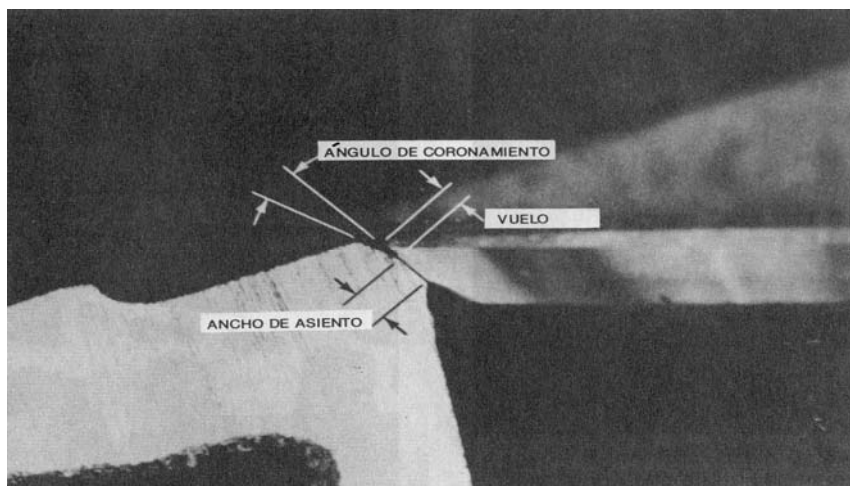
Ésto hace un sello positivo en la orilla del asiento de la cámara de combustión, cuando el motor arranca por primera vez luego de un trabajo de válvulas. Conforme se rectifican los asientos de válvulas, aumenta su ancho. Los asientos rectificadas se deben hacer angostos para hacer el ancho y la posición correctos y apropiadamente sobre la cara de la válvula, para válvulas utilizadas en motores de combustión interna la medida es de 3/32" (1.5 a 2.55 milímetros) de ancho. Deberá haber al menos 1/32" (0.8 milímetros) de extensión de la cara de válvula esmerilada sobre el asiento. Por muchos años, la mayor parte de asientos de válvulas se han reacondicionado a esmeril.

Poco a poco se hacen populares los cortadores de asientos de válvulas para reacondicionar asientos, debido a que producen en forma rápida un asiento de válvula de buena calidad comercial. El equipo para reacondicionar asientos de válvulas usa un piloto en la guía de la válvula para alinear el sostén de piedra, o cortador. Se usan dos tipos de pilotos: ahusado y de expansión. Los tamaños normales se fabrican con incrementos sobre medida de 0.001 milésimas de pulgada hasta 0.004 milésimas de pulgada; este tipo de piloto restaura el asiento lo más próximo posible a la posición original cuando se usa con guías gastadas de válvula. Los pilotos ahusados sobre medida no se pueden usar para medir el desgaste de guía, pues sólo se adaptan a la parte más pequeña de la misma. El desgaste lo indica su parte más grande. Se usan tipos de pilotos de expansión con el equipo de asentamiento, un tipo se expande en el centro de la guía para adaptarse como un piloto ahusado. Otro se expande para ponerse en contacto con los extremos de la guía donde ha habido mayor desgaste. La misma se alineará del mismo modo que el piloto. Para las piedras se usan tres tipos básicos de piedra para esmerilar. Todas se usan en seco.

Se usa una piedra de desbastar para remover rápidamente grandes cantidades de metal del asiento. Ésto sería necesario en un asiento con muchos agujeros o al instalar nuevos asientos de válvulas. La piedra de desbastar se suele llamar piedra para formación de asientos. Después de usar la piedra para formación de asientos, se usa una piedra para acabado que da el acabado apropiado del asiento.

La piedra de acabado se usa también para reacondicionar asientos de hierro fundido que sólo están ligeramente gastados, las piedras para asientos duros se usan de estelita dura en asientos de escape. El diámetro de la piedra y el ángulo de cara deben ser los correctos. El diámetro de la piedra debe ser mayor que la cabeza de válvula, pero lo bastante pequeño de modo que no haga contacto con la orilla de la cámara de combustión. La forma de contacto entre válvula y asiento ya listo para trabajar de una cabeza de cilindros se observa en la figura número 65.

**Figura 65. Contacto entre válvula y asiento de una cabeza de cilindros**

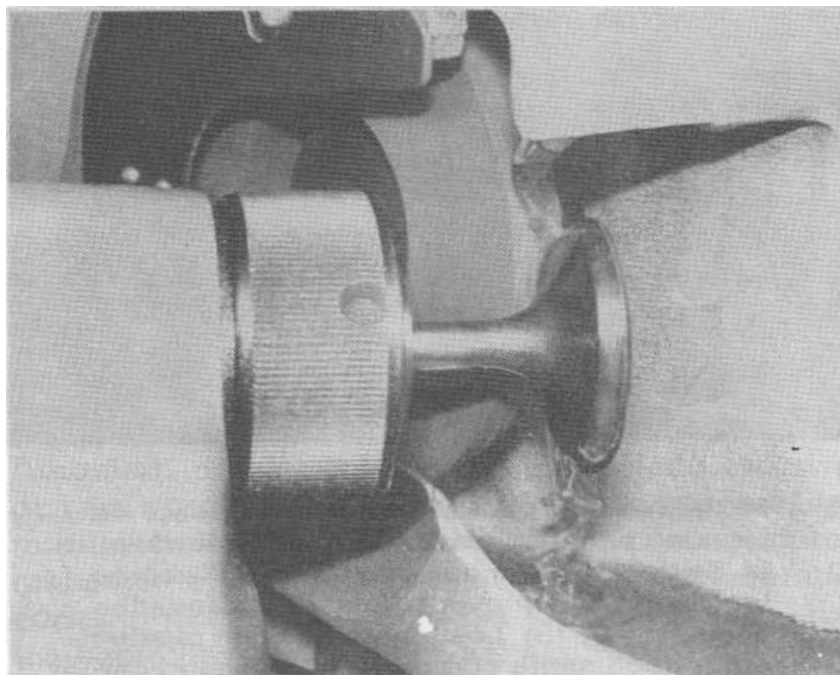


Fuente: Ellinger, Herbert y James Halderman. Manual para ajuste de motores y control de emisiones. Tomo II. Página 267.

#### 4.25 Rectificado de válvulas

La cara de la válvula se rectifica con una esmeriladora de válvulas, antes de comenzar, la cabeza esmeriladora se fija al ángulo de cara de válvula para hacer el ajuste de interferencia recomendado. La piedra de esmerilar está labrada con una herramienta especial de diamante para remover toda aspereza de la superficie de la piedra. El vástago de válvula se amordaza en el cabezal de trabajo lo más cerca posible al filete bajo de la cabeza de la válvula para evitar vibraciones. Se enciende el motor del cabezal de trabajo para hacer girar la válvula y el del cabezal de la rueda, para que gire el esmeril. El flujo de enfriador se ajusta para bañar continuamente el material, pero sin que salpique, como se indica en la figura 66.

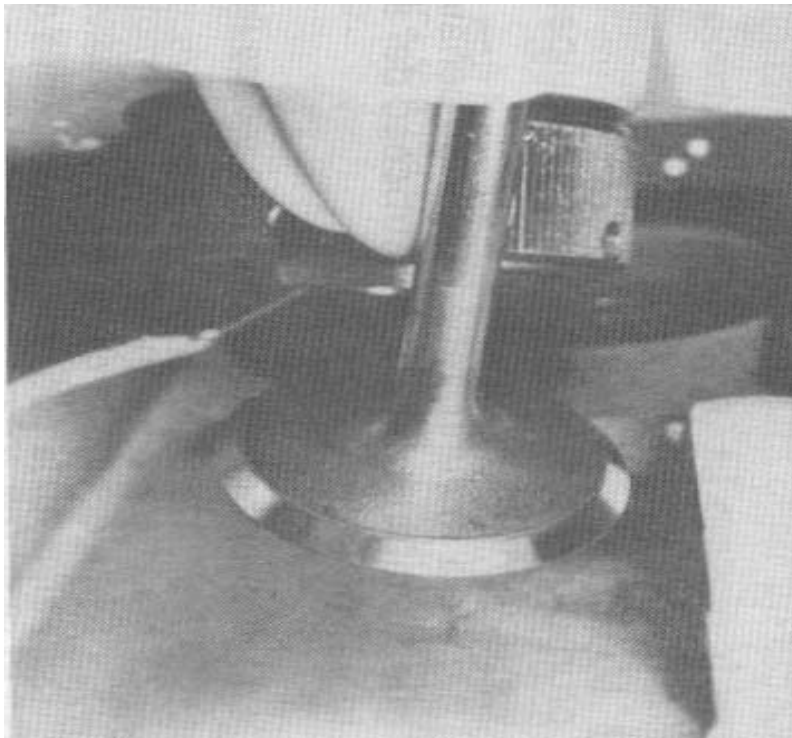
**Figura 66: Flujo de enfriador**



Fuente: Ellinger, Herbert y James Halderman. Manual para ajuste de motores y control de emisiones. Tomo II. Página 250.

La rueda de esmerilar gira y avanza lentamente hacia la cara de la válvula, que también gira. Se hace un esmerilado ligero conforme la válvula se mueve de un lado a otro por la cara del esmeril. La válvula nunca se mueve fuera de la orilla del esmeril, se esmerila sólo lo suficiente para limpiar la cara. El margen de la válvula deberá ser de 0.060 milésimas de pulgada, aproximadamente 1.5 milímetros, cuando se esmerila por completo, ésto se observa en la figura 67. Las válvulas aluminizadas pierden sus propiedades de resistencia a la corrosión al ser esmeriladas. Para un servicio satisfactorio, las válvulas aluminizadas se deben reemplazar si quieren rectificación de la cara.

**Figura 67. Válvula rectificada o esmerilada**



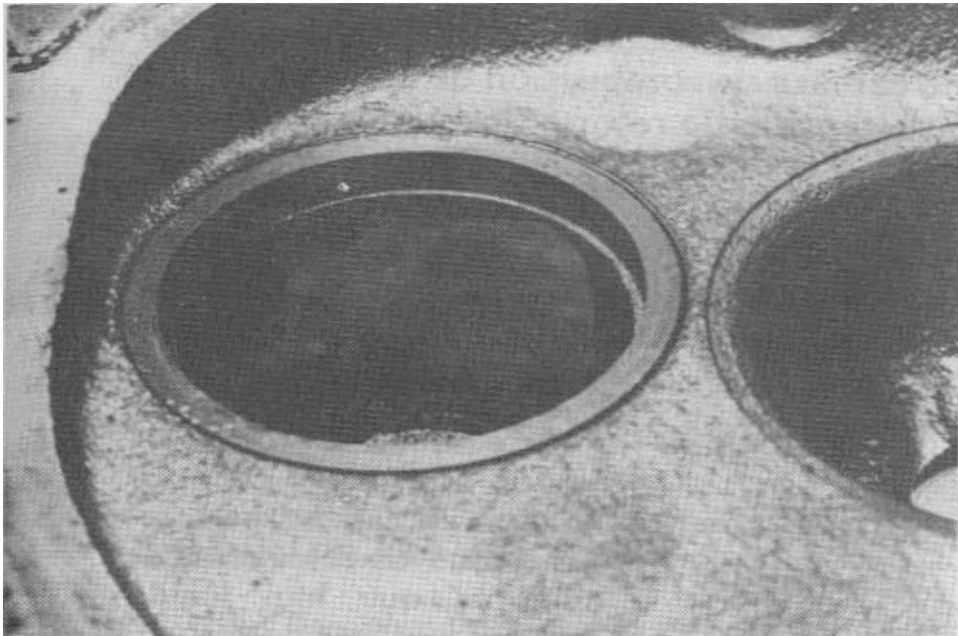
Fuente: Ellinger, Herbert y James Halderman. Manual para ajuste de motores y control de emisiones. Tomo II. Página 250.



#### 4.26 Asentar válvulas y asientos

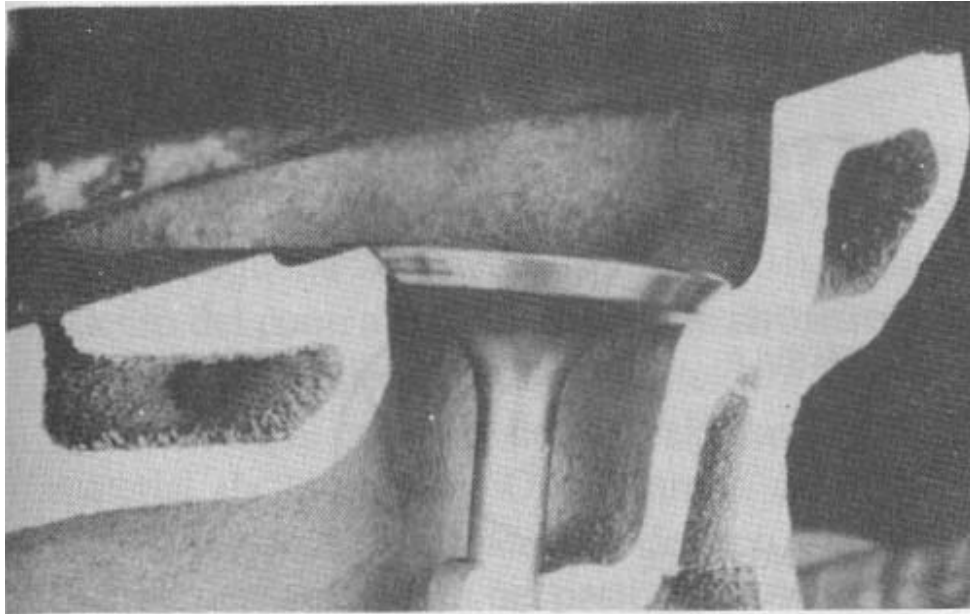
Tarea la cual consiste en darle el sello apropiado y que el asiento respecto a la cara de la válvula esté concéntrico, este sello se realiza colocando a la válvula pasta para asentar la cara que hace contacto con el asiento, luego se inserta la válvula de manera que se coloca en el asiento y se empieza a mover en forma circular y se le da movimiento de adentro hacia fuera. El asentamiento se puede ver en las figuras 68 y 69 respectivamente.

**Figura 68. Asiento de válvula**



Fuente: Ellinger, Herbert y James Halderman. Manual para ajuste de motores y control de emisiones. Tomo II. Página 277.

**Figura 69. Corte seccional de un asiento de culata y válvula**

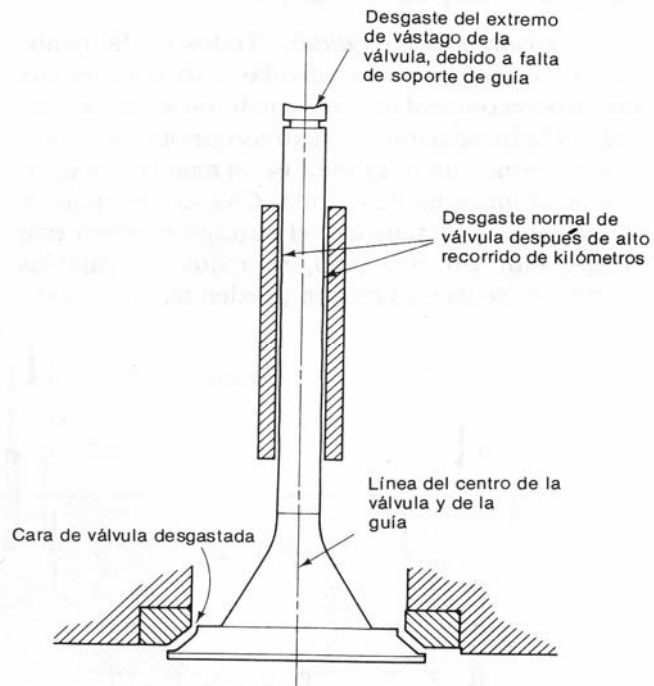


Fuente: Ellinger, Herbert y James Halderman. Manual para ajuste de motores y control de emisiones. Tomo II. Página 273.

#### **4.27 Cambio de guías de válvulas**

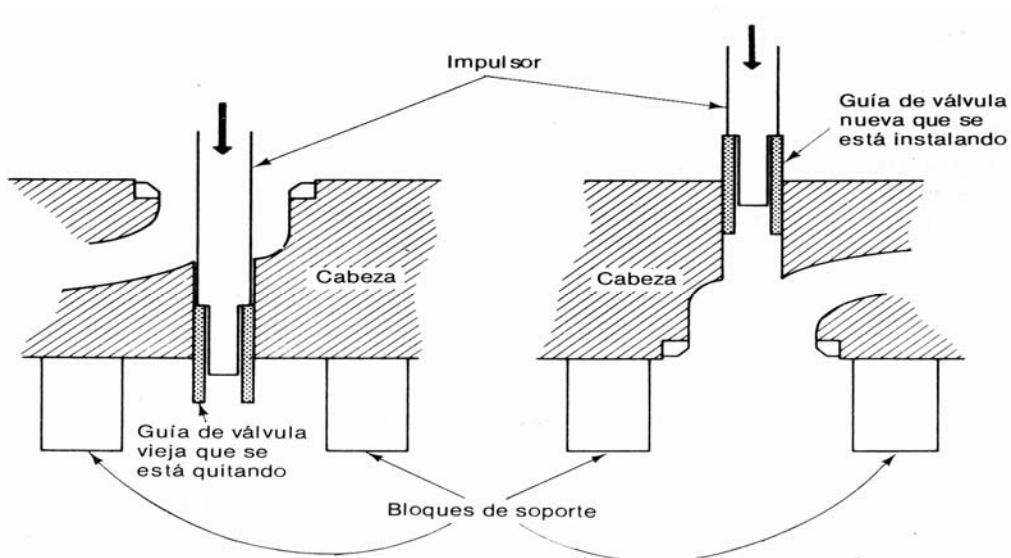
Este trabajo se realiza debido al desgaste que sufre la guía debido al movimiento de la válvula, el desgaste es en forma oval, este desgaste ocasiona un consumo de aceite no adecuado y algunas veces hasta el ingreso de aire a la cámara de combustión. El conjunto de válvula y guía se observa en la gráfica número 70 y el procedimiento de reemplazo de la guía de válvula se aprecia en la gráfica número 71 y 72 respectivamente.

**Figura 70. Conjunto guía y válvula**



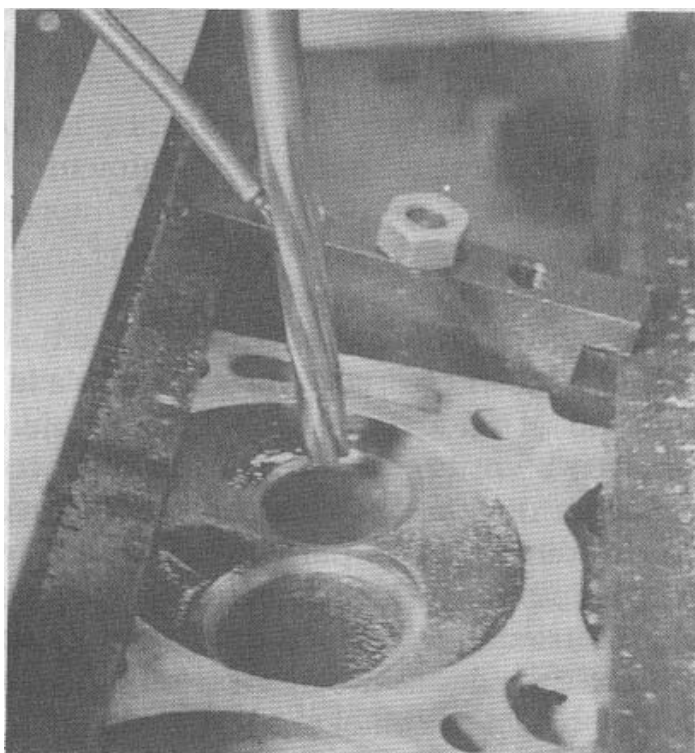
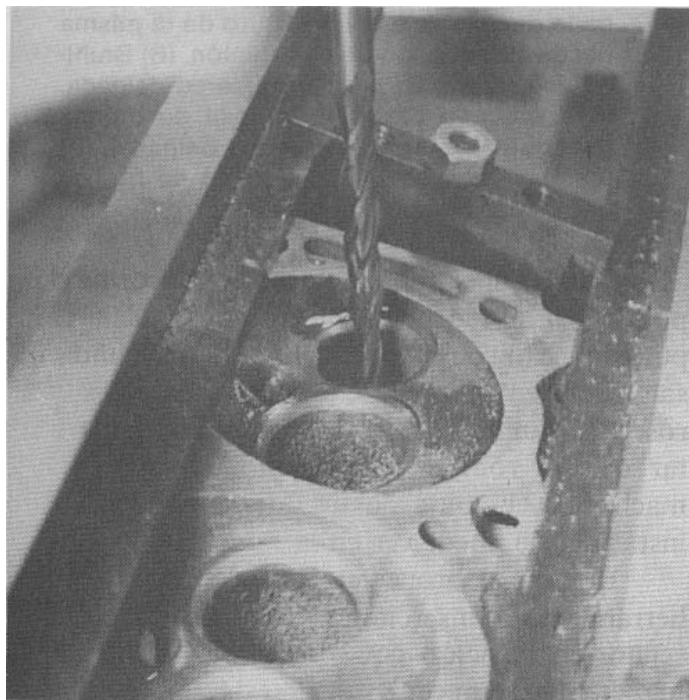
Fuente: Ellinger, Herbert y James Halderman. Manual para ajuste de motores y control de emisiones. Tomo II. Página 259.

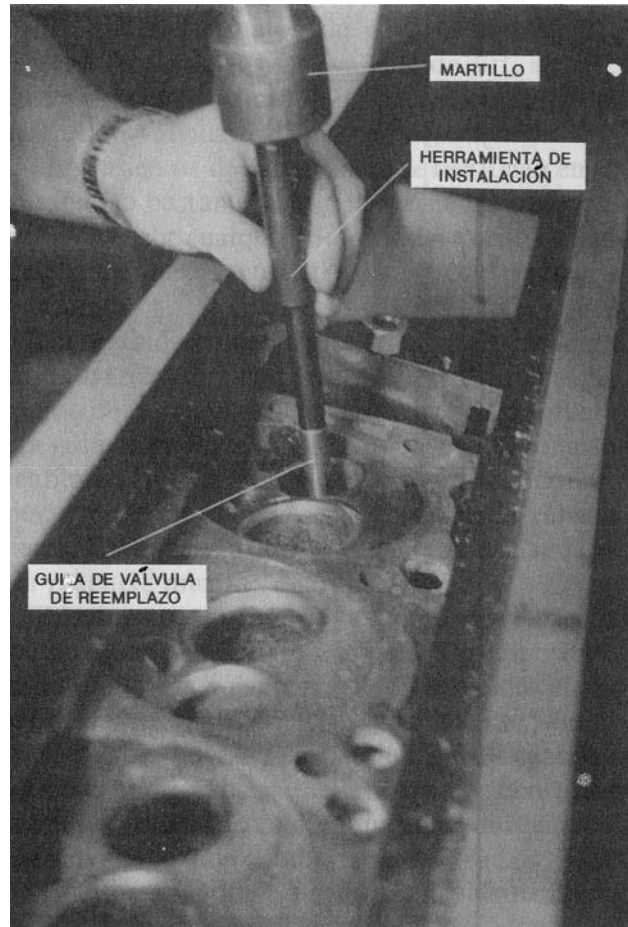
**Figura 71. Procedimiento de reemplazo de guía de válvula**



Fuente: Ellinger, Herbert y James Halderman. Manual para ajuste de motores y control de emisiones. Tomo II. Página 260.

**Figura 72. Método de cambio de guías de válvulas**





Fuente: Ellinger, Herbert y James Halderman. Manual para ajuste de motores y control de emisiones. Tomo II. Página 263.

#### **4.28 Pulido de guías de válvulas**

Esta tarea se debe realizar cuando se cambian las guías, para poder darle el acabado superficial adecuado. El método consiste de esta manera: ya instaladas las guías se introduce una piedra fina de pulir comúnmente llamada honeador, la cual se le aplica un movimiento circular para que la superficie de la guía donde hace contacto el vástago de la válvula quede lo más fino posible, y así exista un sello hermético entre ambas piezas y no permita consumo irregular de aceite de motor, debido a la introducción de éste en la cámara de combustión y el ingreso de más aire a la cámara de combustión.

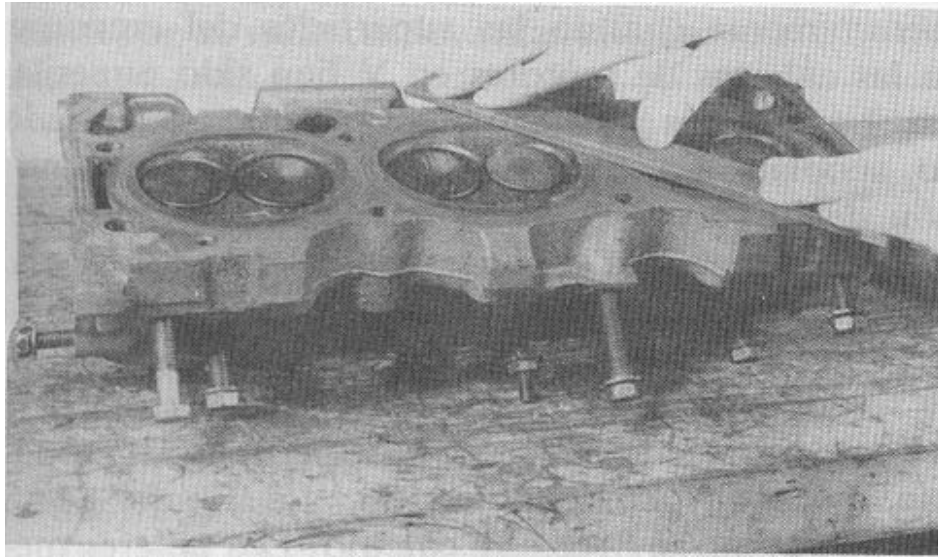
#### **4.29 Adaptación de guías de válvulas**

Tarea que se realiza cuando en la culata, el orificio de la guía de válvula, está demasiado deteriorada o se utiliza como opción para reacondicionar la culata. El material utilizado comúnmente para este trabajo cuando se adaptan guías es bronce, debido a sus propiedades de trabajo. El trabajo es sencillo, se desinstalan las guías usadas, luego se taladra el orificio de la guía, al tamaño correcto del diámetro de la nueva guía a instalar. No en todas las cabezas de cilindros es necesario taladrar el orificio, sino por el contrario, en otros sólo se introducen a presión y por último se verifica el juego entre válvula y guía.

#### **4.30 Cepillado de cabeza de cilindros**

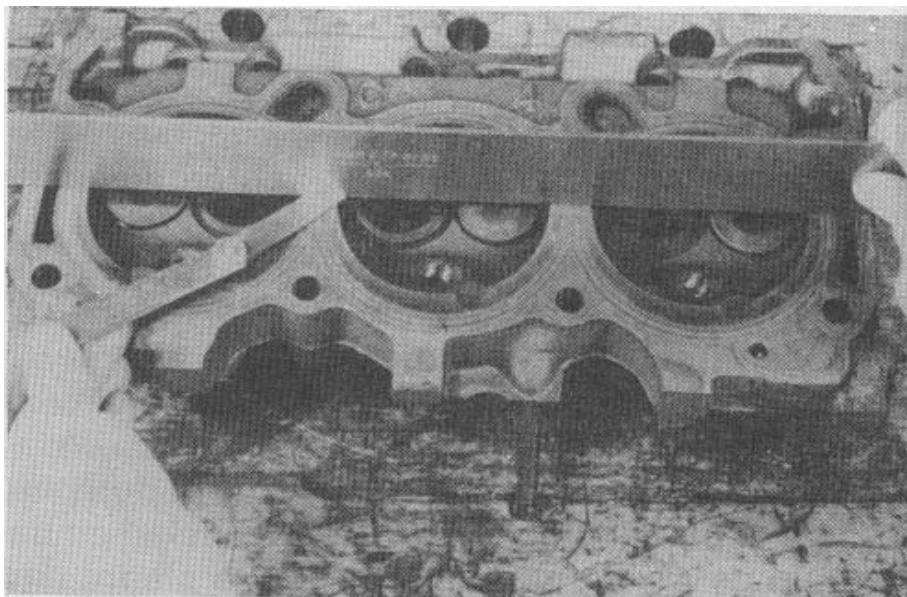
Esta tarea también recibe el nombre de rectificación de cabeza de cilindros; para realizar este trabajo la superficie para empaque de la cabeza se deberá rectificar en el taller de reacondicionamiento, la superficie deberá estar perfectamente limpia. Los pasos para realizar este trabajo son los siguientes: primero se raspa y luego se lima con la lima atravesada para remover todas las rebabas pequeñas. Como se observa en la figura 73. La cabeza de cilindros se deberá rectificar si hay alguna aspereza causada por corrosión del empaque. En la figura 74 y 75 se observa el método de verificar el alabeado o torcedura de la culata.

**Figura 73. Limpieza de cabeza de cilindros**



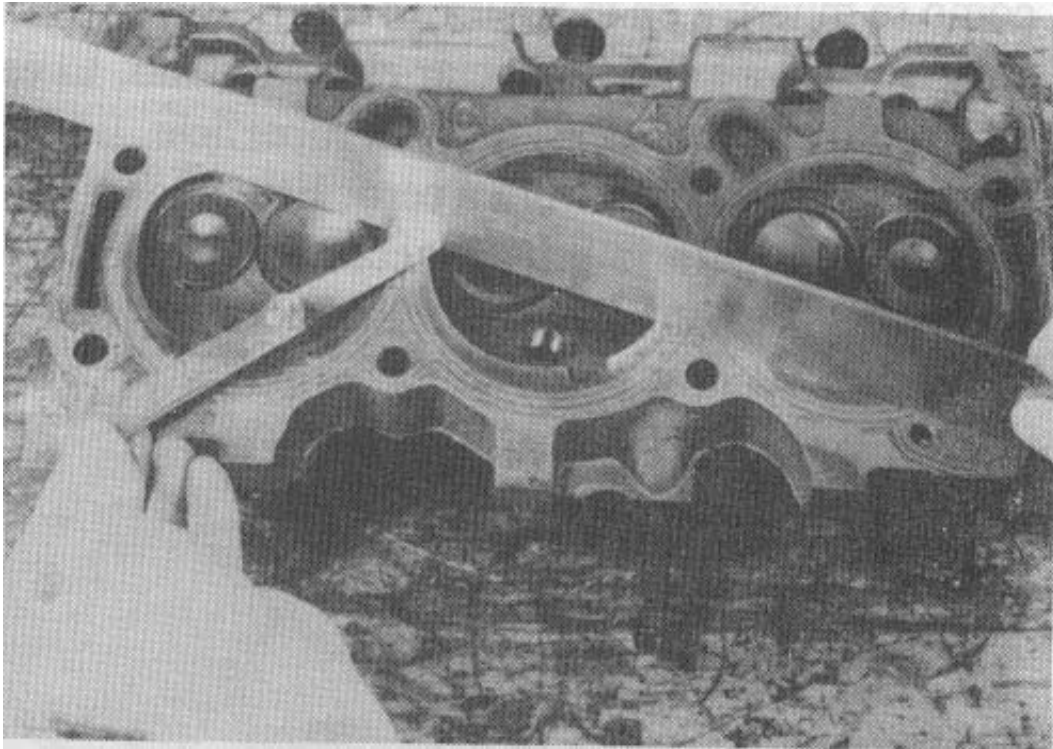
Fuente: Ellinger, Herbert y James Halderman. Manual para ajuste de motores y control de emisiones. Tomo II. Página 255.

**Figura 74. Verificación de alabeado de la culata**



Fuente: Ellinger, Herbert y James Halderman. Manual para ajuste de motores y control de emisiones. Tomo II. Página 255.

**Figura 75. Revisión de la torcedura de la culata**

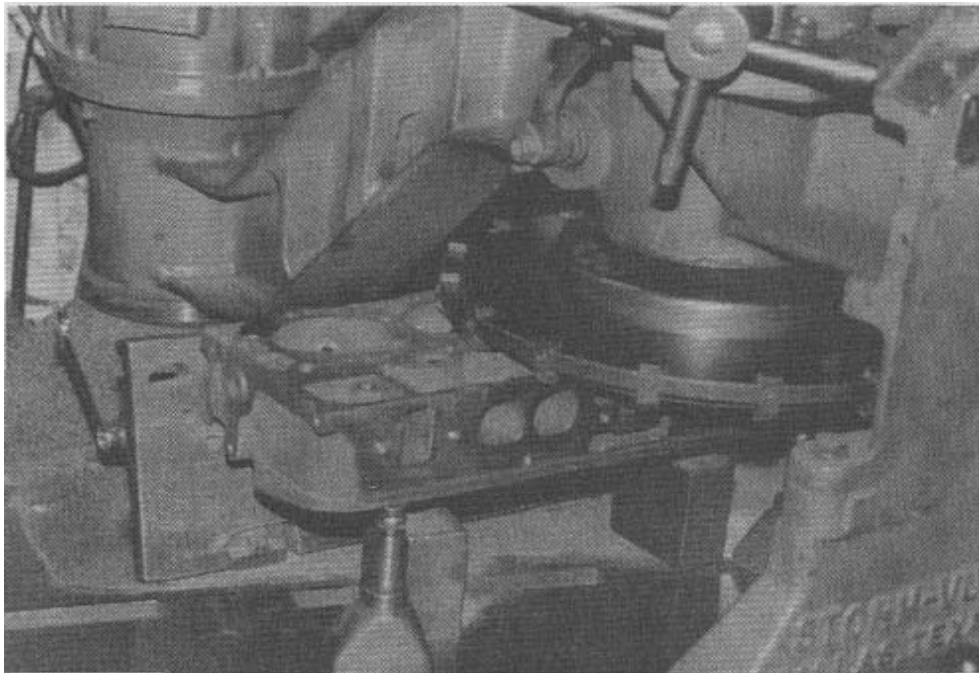


Fuente: Ellinger, Herbert y James Halderman. Manual para ajuste de motores y control de emisiones. Tomo II. Página 255.

La aspereza de la superficie de la cabeza se puede sentir si se frota la uña del dedo ligeramente de un lado a otro de ella. En la reconstrucción de precisión de motores, es aconsejable rectificar la superficie de la cabeza de cilindros y la superficie superior del bloque de cilindros. Existen dos métodos comunes para rectificar, llamados fresado y esmerilado. Una reacondicionadora del tipo de fresadora usa una pequeña herramienta de corte, sujetas en un disco. El disco está en el cabezal giratorio de trabajo de la fresa, que se ilustra en la figura 76.



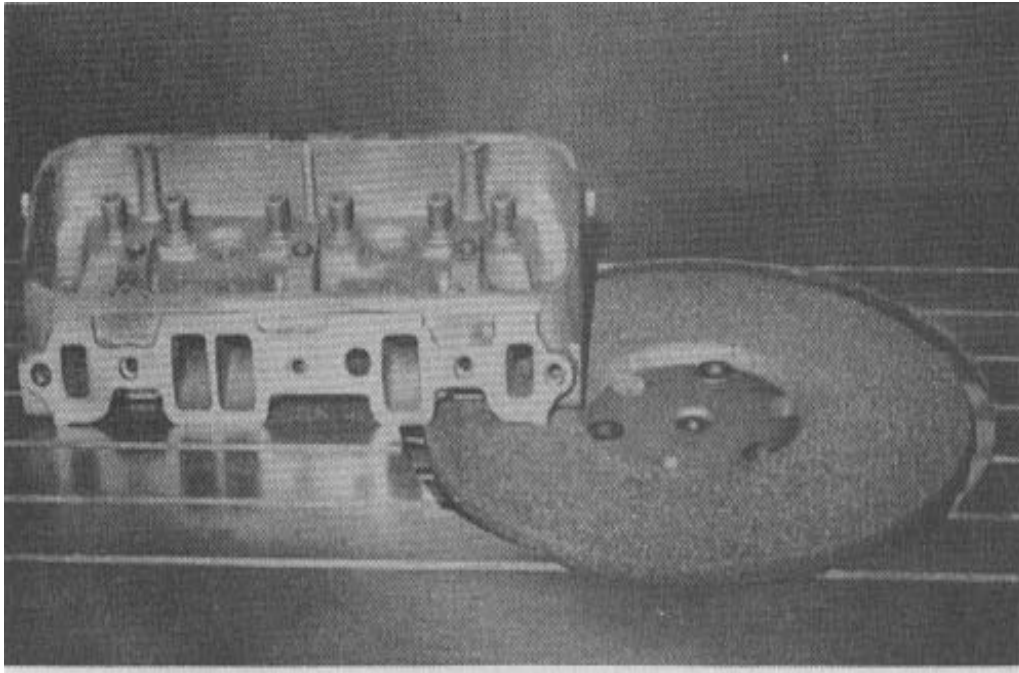
## Figura 76. Método de rectificar cabeza de cilindros



Fuente: Ellinger, Herbert y James Halderman. Manual para ajuste de motores y control de emisiones. Tomo II. Página 256.

El tipo esmerilado de superficies usa una rueda abrasiva de gran diámetro. Ambos tipos se usan en rectificadoras de mesa y de precisión. La cabeza de cilindros se pasa sobre el cabezal de corte que se extiende un poco arriba de una mesa de trabajo sobre la rectificadora del tipo de mesa, la muela o rueda abrasiva se reaviva antes de iniciar el esmerilado. El cabezal se ajusta hasta casi tocar la superficie. En este punto, el avance se calibra a cero, esto es necesario para que el operario sepa exactamente la cantidad de corte que se está haciendo, los cortes son ligeros por parte de la rueda abrasiva y se limitan a 0.005 milésimas de pulgada. La superficie de la rueda abrasiva se cepilla con alambre después de cada cinco cortes, el corte de tipo fresa puede remover hasta 0.30 centésimas de milímetros o equivalente de 0.075 milésimas de pulgada en cada pasada; no se usan muelas o fresa con culatas de aluminio, debido a que se embotan, su uso es con culatas de hierro fundido. En la figura 77 se ilustra.

**Figura 77. Fresa, muela o piedra para rectificar cabezas de cilindros**



Fuente: Ellinger, Herbert y James Halderman. Manual para ajuste de motores y control de emisiones. Tomo II. Página 256.

La rectificación de cabezas de cilindros cambia la relación de compresión del motor de 1/10 por cada 0.010 milésimas de pulgada de material removido, ejemplo de ello, la relación de compresión aumentaría de 9:1 a 9.2:1 si se removiera 0.020 milésimas de pulgada de material de una cabeza común de cilindros.

Como advertencia, no se debe quitar más material del necesario para restaurar una superficie plana de la cabeza de cilindros, con respecto al bloque de cilindros. Algunos fabricantes limitan el total de material a remover de la superficie de la culata a 0.008 milésimas de pulgada ó 0.2 décimas de milímetro y también se acorta la distancia entre el árbol de levas y el cigüeñal, lo que causa que los tiempos de válvulas se retarden.

#### **4.31 Rayado a cabeza de cilindros**

Esta tarea se realiza en algunos motores, sobre todo en los de alta compresión diésel, el rayado se hace en la superficie de la cabeza de cilindros que tiene contacto con el empaque que se coloca en la superficie superior del bloque de cilindros, este trabajo se realiza por medio del método, colocando la culata en la máquina rectificadora de cabeza de cilindros y utilizando el filo de la herramienta de corte, con el fin de mejorar el sellado de la cabeza de cilindros con el empaque.

#### **4.32 Cambio de fundas de inyector en cabeza de cilindros**

Esta tarea se debe realizar cuando el servicio de la culata se realiza debido a la presencia de fugas de compresión, o porque se llegó a la cantidad de kilómetros recorridos donde es adecuado el cambio de las fundas de inyectores de combustibles. El método para realizar esta tarea es la siguiente: primero se extraen las fundas deterioradas usando el extractor adecuado o un punzón y golpeando éste con un martillo, luego se limpia la superficie donde se instalarán las nuevas, antes de instalar las nuevas se colocan los respectivos retenedores de cada una de las fundas, las cuales permiten mejorar la estanqueidad y por último se instalan usando la herramienta adecuada. Cabe recalcar que esta tarea no se realiza en todos los motores que existen en el mercado automotriz, sino únicamente en motores de transporte pesado y de construcción, los cuales utilizan combustible diésel para su funcionamiento, debido a las altas presiones que genera las grandes relaciones de compresión de los cilindros. Debido a eso, estos motores utilizan fundas en los elementos que se encargan de suministrar el combustible en la cámara de compresión.



## **5. ESTUDIO Y EVALUACIÓN DE LA RENTABILIDAD DEL PROYECTO**

Cuando nos referimos a la variable reclamaciones, hablamos de las situaciones indeseables que de alguna manera se presentan en las tareas de reconstrucción de motores, estas situaciones reflejan de alguna manera, una desorganización en las tareas básicas de reconstrucción de un motor de combustión interna, es por ello que se presenta este capítulo donde analizamos la variable reclamaciones desde varios puntos de vista.

### **5.1 Recepción y asignación de tareas de reconstrucción**

Aquí se hace una propuesta de cómo se debe manejar las situaciones que se presentan en un taller de reconstrucción de motores, desde el ingreso de las piezas que conforman el motor hasta la salida de estas partes ya trabajadas. La propuesta incluye la creación de todos los formatos necesarios para que se minimicen los problemas con el cliente y esto se refleje en evitar retrasos que cuestan tiempo y dinero.

Se ingresan las piezas y se apertura una orden de trabajo, la cual debe tener los espacios necesarios para que el receptor del taller los llene con la información debida, esta información es la siguiente: nombre del cliente, dirección, teléfono, marca del motor, serie de motor, piezas a ser reparadas. Luego, en la misma orden de taller, la cual debe poseer un número de identificación, se debe asignar los trabajos a realizar en las distintas piezas que ingresan, con su respectivo precio sugerido.

Para facilitar el trabajo es recomendable, de preferencia, que exista una codificación para los trabajos y una clasificación de las distintas piezas ingresadas para ser trabajadas; no está de más que la respectiva orden de taller tenga una contraseña, la cual se debe proporcionar al cliente para que pueda recoger su respectivo trabajo, también debe llevar, en la parte inferior, un espacio para la firma del cliente donde acepte el valor del trabajo y la firma del receptor como responsable del trabajo. Un modelo de orden de trabajo se presenta a continuación.

**TALLER DE RECONSTRUCCIÓN DE MOTORES**  
**ORDEN DE TRABAJO**  
**Nº 000001**

CLIENTE: \_\_\_\_\_

DIRECCIÓN: \_\_\_\_\_

TELÉFONO: \_\_\_\_\_ NIT: \_\_\_\_\_

FECHA DE RECIBIDO ____/____/____	HORA DE RECIBIDO ____:____	FIRMA CLIENTE _____
FECHA DE ENTREGA ____/____/____	HORA DE ENTREGA ____:____	FIRMA CLIENTE _____
MARCA MOTOR _____	SERIE DE MOTOR _____	CILINDRADA _____
NÚMERO DE CILINDROS _____		MODELO _____
PIEZAS RECIBIDAS: _____		

**EJES**

- E01 Rectificar eje de cigüeñal
- E02 Enderezar eje de cigüeñal
- E03 Rectificar eje de levas
- E04 Rectificar eje de balance
- E05 Pulir eje de cigüeñal
- E06 Pulir eje de levas
- E07 Pulir eje de balance

**CULATAS**

- C01 Fresar asientos
- C02 Rectificar válvulas
- C03 Armar culata
- C04 Cambiar asientos
- C05 Cambiar guías
- C06 Honear guías
- C07 Sacar espárrago

**BLOQUE DE CILINDROS**

- BL01 Rimar bloque de cilindros
- BL02 Encamisar bloque de cilindros
- BL03 Honear bloque de cilindros
- BL04 Rectificar bancada de bloque
- BL05 Poner y rimar buje de levas
- BL06 Graduar altura a bloque
- BL07 Ajuste de bancada

**CEPILLOS**

- CE01 Cepillar culata
- CE02 Cepillar bloque
- CE03 Cepillar volante
- CE04 Cepillar espejo

**BIELAS**

- BI01 Poner y rimar bujes de biela
- BI02 Rectificar diámetros a biela
- BI03 Alinear bielas
- BI04 Armar pistones a presión

**METALIZADOS**

- M01 Metalizar cigüeñal
- M02 Metalizar lateral
- M03 Metalizar bancada
- M04 Metalizar lateral
- M05 Metalizar eje

El receptor de taller tiene la responsabilidad de la recepción y la asignación de los trabajos requeridos en cada orden de trabajo. La asignación de trabajos debe llevar un orden lógico, ésto implica que debe ser desde la tarea más simple a la más complicada tanto en tiempo, como acabado del trabajo. Si el receptor se encuentra con la situación de tener un motor completo al cual se debe reconstruir, el orden es el siguiente: primero se da un diagnóstico de cada una de las piezas, luego cada pieza se distribuye con el respectivo operario que realiza el trabajo, ésto implica que el eje de cigüeñal debe ser trabajado antes que el bloque de cilindros, así cuando el bloque de cilindros esté finalizado no se pierda tiempo esperando el eje de cigüeñal y se pueda realizar el trabajo de ajuste de bancadas.



## **5.2 Diagnóstico de piezas a reparar**

Este diagnóstico lo puede hacer el receptor o el operario que tiene asignado realizar las respectivas tareas a las piezas que ingresan al taller a ser reparadas. Como ejemplo podemos citar los siguientes diagnósticos. En el eje de cigüeñal:

- 1) Verificar el estado de los respectivos muñones del eje de cigüeñal.
- 2) Verificar el juego axial del eje de cigüeñal.

En la cabeza de cilindros también es importante señalar que el diagnóstico radica, en lo siguiente:

- 1) Verificar el estado físico de las válvulas.
- 2) Verificar el estado físico de los asientos.
- 3) La superficie de la culata si está o no alabeada.
- 4) Revisar por medio de una prueba hidrostática, el estado de todo el cuerpo de la culata.

No está de más agregar, en el caso de la culata, que los trabajos más rústicos, pesados, se deben realizar primero y por último los que requieren mayor precisión y un acabado de exactitud para no dañar la superficie de la culata.

## **5.3 Requerimiento de piezas a reemplazar**

El diagnóstico dará el informe de requisición de las partes a reemplazar, y se lleva a cabo en un documento de requisición de partes, como se muestra a continuación. Allí se debe indicar todas las piezas que se tienen que cambiar y sus respectivas medidas nuevas a usar, para simplificar el trabajo e informar de buena manera al cliente. A continuación se muestra un formato de tareas a realizar.

**TALLER DE RECONSTRUCCIÓN DE MOTORES  
REQUISICIÓN DE REPUESTOS  
Nº 001**

CLIENTE: \_\_\_\_\_

MARCA MOTOR: \_\_\_\_\_ SERIE: \_\_\_\_\_ MODELO: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ FIRMA CLIENTE: \_\_\_\_\_

**REPUESTOS REQUERIDOS:**

PISTONES: \_\_\_\_\_ MEDIDA: \_\_\_\_\_

ANILLOS: \_\_\_\_\_ MEDIDA: \_\_\_\_\_

TEJAS CENTRALES: \_\_\_\_\_ MEDIDA: \_\_\_\_\_

TEJAS DE BIELA: \_\_\_\_\_ MEDIDA: \_\_\_\_\_

AXIALES: \_\_\_\_\_ MEDIDA: \_\_\_\_\_

BUJES DE LEVAS: \_\_\_\_\_ MEDIDA: \_\_\_\_\_

BUJES DE BIELA: \_\_\_\_\_ MEDIDA: \_\_\_\_\_

SELLOS DE VÁLVULAS: \_\_\_\_\_ MEDIDA: \_\_\_\_\_

GUÍAS DE VÁLVULAS: \_\_\_\_\_ MEDIDA: \_\_\_\_\_

VÁLVULAS DE ESCAPE: \_\_\_\_\_ MEDIDA: \_\_\_\_\_

VÁLVULAS DE ADMISIÓN: \_\_\_\_\_ MEDIDA: \_\_\_\_\_

ASIENTOS DE CULATA: \_\_\_\_\_ MEDIDA: \_\_\_\_\_

FUNDAS  
PARA INYECTORES: \_\_\_\_\_ MEDIDA: \_\_\_\_\_

CAMISAS: \_\_\_\_\_ MEDIDA: \_\_\_\_\_

OTROS: \_\_\_\_\_

#### **5.4 Información de tareas a realizar en piezas**

Aquí lo importante es hacer saber al cliente, las tareas a realizar en las piezas que conforman el motor, como también el presupuesto. Esta información debe llegar al cliente lo más pronto posible, para evitar retrasos de autorización o trabajos no deseados a realizar por el cliente, como evitar presupuestos no autorizados por retraso de información y evitar molestias al cliente. A continuación se muestra un formato de tareas a realizar.

**TALLER DE RECONSTRUCCIÓN DE MOTORES**  
**TAREAS A REALIZAR**  
**Nº. 001**

CLIENTE: \_\_\_\_\_

MARCA MOTOR: \_\_\_\_\_ SERIE: \_\_\_\_\_ MODELO: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ FIRMA CLIENTE: \_\_\_\_\_

**EJES**

- E01 Rectificar eje de cigüeñal
- E02 Enderezar eje de cigüeñal
- E03 Rectificar eje de levas
- E04 Rectificar eje de balance
- E05 Pulir eje de cigüeñal
- E06 Pulir eje de levas
- E07 Pulir eje de balance

**CULATAS**

- C01 Fresar asientos
- C02 Rectificar válvulas
- C03 Armar culata
- C04 Cambiar asientos
- C05 Cambiar guías
- C06 Honear guías
- C07 Sacar espárrago

**BLOQUE DE CILINDROS**

- BL01 Rimar bloque de cilindros
- BL02 Encamisar bloque de cilindros
- BL03 Honear bloque de cilindros
- BL04 Rectificar bancada de bloque
- BL05 Poner y rimar buje de levas
- BL06 Graduar altura a bloque
- BL07 Ajuste de bancada

**CEPILLOS**

- CE01 Cepillar culata
- CE02 Cepillar bloque
- CE03 Cepillar volante
- CE04 Cepillar espejo

**BIELAS**

- BI01 Poner y rimar bujes de biela
- BI02 Rectificar diámetros a biela
- BI03 Alinear bielas
- BI04 Armar pistones a presión

**METALIZADOS**

- M01 Metalizar cigüeñal
- M02 Metalizar lateral
- M03 Metalizar bancada
- M04 Metalizar lateral
- M05 Metalizar eje

## **5.5 Supervisión y control de calidad en trabajos**

Tanto la supervisión como el control de la calidad de trabajos, recae en el supervisor del taller. Este trabajo consiste en supervisar el trabajo de los operarios, solucionar cualquier problema que llegue a existir en el momento en el cual se esté trabajando la pieza, informar al operario de medidas o datos técnicos que proporciona el fabricante por medio del manual, para simplificar el trabajo del operario. Cuando las piezas se terminan de trabajar, se debe revisar la calidad de dicho trabajo, para evitarle situaciones incómodas al cliente cuando se esté armando el motor y así no tener reclamos. La calidad de los trabajos de reconstrucción de motores se refiere a la revisión de la limpieza de las piezas terminadas, el acabado de la superficie de las piezas trabajadas, sus respectivas medidas correctas, que lleven los datos técnicos necesarios para simplificarle el trabajo al cliente, ejemplo de ello son los valores de los pares de apriete de los tornillos de bancadas de bloque de cilindros, tornillos de bielas, tornillos de cabeza de cilindros y que estén las piezas bien cubiertas; las piezas que así lo ameriten. Como punto de referencia, para medir la calidad del trabajo, se cotejan todas las órdenes de trabajo que generaron reclamaciones y las que no, de manera mensual.

## **5.6 Entrega de trabajo finalizado**

Por último, cuando las piezas ya están trabajadas, se le hace entrega al cliente, aquí es importante recordar que se deben entregar tanto las piezas trabajadas como los repuestos nuevos, las piezas en mal estado que deben haber sido cambiadas, entregarles todas las piezas extras que el motor lleva e ingresaron al taller de reconstrucción. Esta entrega de partes, piezas y repuestos debe ser contra orden de trabajo de ingreso al taller y así evitar reclamación. Cuando se hace mención de piezas, partes y repuestos a entregar al cliente se refiere a lo siguiente:

- 1) Cojinetes de deslizamiento centrales usados.
- 2) Cojinetes de biela usados.
- 3) Cojinetes axiales usados.
- 4) Anillos usados.
- 5) Pistones usados.
- 6) Pasadores usados
- 7) Guías de válvulas usadas.
- 8) Sellos de válvulas deteriorados.
- 9) Válvulas de escape y admisión, etc.

## **5.7 Justificación y análisis de variable reclamaciones**

Aquí se hace énfasis en el análisis, respecto a la variable reclamación de manera administrativa, de cómo ésta representa problemas económicos para el taller. Para el estudio se utilizó la información antes y después del inicio y finalización del proyecto respectivamente.

### **5.7.1 Antes del proyecto**

Se refiere a los trabajos pedidos por los clientes y anotados en un documento informal, en las cuales surgió algún problema, debido a las reclamaciones. Órdenes ingresadas antes del inicio del proyecto. Ver tabla 1, anexo número 1.

### **5.7.2 Después del proyecto**

Información de los respectivos trabajos solicitados, por los clientes y anotados en la orden de trabajo, en las cuales surgió algún problema, debido a las reclamaciones. Órdenes ingresadas ya finalizado el proyecto. Ver tabla 2, anexo número 1.

### **5.7.3 Análisis comparativo**

Aquí justificamos el análisis del estudio y evaluación de la rentabilidad del proyecto, partiendo de la información que recopilamos antes y después; utilizando para ello una muestra de 40 órdenes, teniendo como resultado que se debe cuidar los más mínimos detalles en el momento de ingresar la información en la orden de trabajo, cuando se distribuyen los trabajos a realizar por los operarios, luego cuando se recogen las piezas trabajadas y por último cuando se hace la entrega de las piezas reconstruidas; logrando de manera fácil, segura, confiable y eficaz, la reducción de las reclamaciones, las cuales se traducen en inconvenientes económicos, de tiempo y de operación. Ver tabla 3, 4 y sus respectivas gráficas en el anexo número 2.





## CONCLUSIONES

1. La reconstrucción del motor de combustión interna, es un mantenimiento correctivo, con el cual se contribuye a la mayor utilización de la vida útil del motor, por medio de la realización de tareas técnicas, en las principales piezas que componen un motor.
2. Determinar las condiciones en las cuales se encuentran las partes del motor de combustión interna, por medio de un diagnóstico profesional y técnico de dichas piezas más importantes que conforman el motor, utilizando los instrumentos y las técnicas debidas.
3. El presente trabajo, será un manual para que sirva de guía básica, en la reconstrucción de motores de combustión interna.
4. El presente trabajo, sea aplicado en un futuro como complemento en el curso de motores de combustión interna, en la Escuela de Ingeniería Mecánica, de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos.
5. Se determinó que se incurría en muchos errores, debido a que se incidía en retrasos de tiempo al repetir los trabajos.



## RECOMENDACIONES

Al director de la Escuela de Ingeniería Mecánica:

1. La implementación de un laboratorio de reconstrucción de motores de combustión interna; para ello se cuenta con un apoyo teórico, el cual puede ser usado, como manual guía del laboratorio antes mencionado.

Al catedrático del curso de motores de combustión interna:

2. Que este trabajo de graduación sea incluido como material de apoyo bibliográfico.

A todas las personas interesadas:

3. Cuando un motor sea reparado, es de suma importancia que sean verificadas las piezas fundamentales que constituyen dicha máquina térmica, por muy insignificantes que sean los defectos, presentados en las piezas.
4. Que lea el presente trabajo de graduación, para que tengan los conocimientos más completos, en reconstrucción de motores de combustión interna.



## REFERENCIAS

1. Luís Armando Hernández. Gerente General, Reconstructora de Motores Hernández; junio de 2005. Comunicación personal.
2. Juan Andrade. Gerente General, Motores Reconstruidos de Guatemala; julio de 2005. Comunicación personal.
3. Roberto Marroquín. Gerente General, Metalizadora Comercial Motores; julio de 2005. Comunicación personal.
4. Aarón Morataya. Gerente General, Reconstructora de Motores M & G; agosto de 2005. Comunicación personal.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Ellinger, Herbert y James Halderman  
Manual para ajuste de motores y control de emisiones. Tomo II.  
Segunda Edición. México. Editorial Prentice-Hall. 1993.
2. Rueda Santander, Jesús.  
Técnico en mecánica y electrónica automotriz. Tomo I.  
Colombia. Diseli. 2003.
3. Gerschler, Hellmut y Max Bohner  
Tecnología del automóvil. Tomo II.  
Vigésima Edición. México. Editorial Reverté. 1985.
4. González, Carlos y Zeleny Ramón  
Metrología  
México. Editorial McGraw Hill- 1995.





## ANEXO

**Tabla I. Órdenes ingresadas antes del inicio del proyecto**

NÚMERO DE ÓRDEN	CÓDIGO TRABAJO REALIZADO	TRABAJO SATISFACTORIO	RECLAMACIÓN
150	E01,BL02,BI01,BI02,BI04	SI	NO
151	E01	SI	NO
152	E01	SI	NO
153	E01, BL04,BL07	NO	SI
154	E01,C01	SI	NO
156	C01	SI	NO
157	C01	SI	NO
158	C01	SI	NO
159	E01	SI	NO
160	BL02,BL04,BL07	SI	NO
161	BI02,BI01,BI04	NO	SI
162	BL02,BL04BL07	SI	NO
163	E01	NO	SI
164	C01,C02,C03,C04,C05	NO	SI
165	C01	SI	NO
166	C01	SI	NO
167	E01,BL04,BL07,BI04	NO	SI
168	C01,C02,C03,C04,C05	NO	SI
169	E01	SI	NO
170	C01	SI	NO
171	BL03	NO	SI
172	C01	SI	NO
173	E01	SI	NO
174	E01	SI	NO
175	E05	SI	NO
176	C01,C02,C03,C04,C05	NO	SI
177	BL02	SI	NO
178	C01	SI	NO
179	M03,M04	NO	SI
180	C01	NO	SI
181	E05	SI	NO
182	E01,BI02	NO	SI
183	BI01,BI02,BI03,BI04	SI	NO
184	BL04,BL07	NO	SI
185	E01	SI	NO
186	C01	SI	NO
187	C01	SI	NO
188	E01,M01	SI	NO
189	C01,C02,C03,C04,C05	NO	SI
190	BL01	SI	NO

**Tabla II. Órdenes ingresadas finalizado el proyecto**

<b>NÚMERO DE ÓRDEN</b>	<b>CÓDIGO TRABAJO REALIZADO</b>	<b>TRABAJO SATISFACTORIO</b>	<b>RECLAMACIÓN</b>
300	E01,BL02,BI01,BI02,BI04	SI	NO
301	E01	SI	NO
302	E01,BL02,BI01,BI02,BI041	SI	NO
303	E01, BL04,BL07	SI	NO
304	E01,C01	SI	NO
305	C01	SI	NO
306	E01,BL02,BI01,BI02,BI041	SI	NO
307	E01,BL02,BI01,BI02,BI041	SI	NO
308	E01	SI	NO
309	BL02,BL04,BL07	SI	NO
310	BI02,BI01,BI04	SI	NO
311	BL02,BL04BL07	SI	NO
312	E01	SI	NO
313	C01,C02,C03,C04,C05	NO	SI
314	C01,C02,C03,C04,C05	SI	NO
315	C01	SI	NO
316	E01,BL04,BL07,BI04	NO	SI
317	C01,C02,C03,C04,C05	SI	NO
318	E01	SI	NO
319	C01	SI	NO
320	BL03	SI	NO
321	BI01,BI02,BI03,BI04	SI	NO
322	C01,C02,C03,C04,C05	SI	NO
323	E01	SI	NO
324	E05	SI	NO
325	C01,C02,C03,C04,C05	SI	NO
326	C01,C02,C03,C04,C05	SI	NO
327	C01	SI	NO
328	M03,M04	SI	NO
329	C01	NO	SI
330	E05	SI	NO
331	E01,BI02	SI	NO
332	BI01,BI02,BI03,BI04	SI	NO
333	BL04,BL07	SI	NO
334	E01	SI	NO
335	E01,M01	SI	NO
336	C01	SI	NO
337	E01,M01	SI	NO
338	C01,C02,C03,C04,C05	NO	SI
339	BL01	SI	NO

## ANEXO

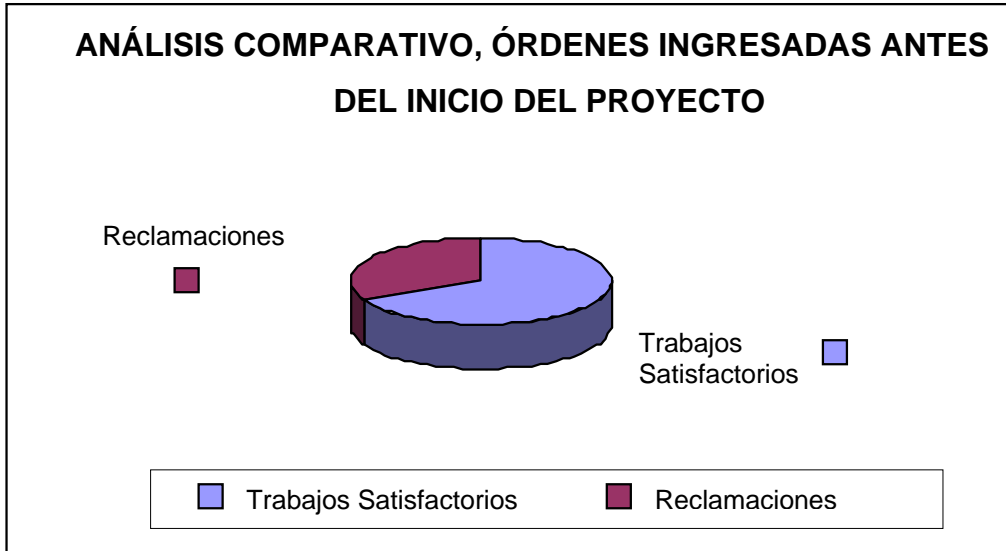
**Tabla III. Análisis comparativo, órdenes ingresadas antes del inicio del proyecto**

<b>ÓRDENES TRABAJADAS</b>	<b>TRABAJOS SATISFACTORIOS</b>	<b>RECLAMACIONES</b>	<b>RESULTADO DE EFICIENCIA</b>
40	27	13	67.5%

**Tabla IV. Análisis comparativo, órdenes ingresadas después de finalizado el proyecto**

<b>ÓRDENES TRABAJADAS</b>	<b>TRABAJOS SATISFACTORIOS</b>	<b>RECLAMACIONES</b>	<b>RESULTADO DE EFICIENCIA</b>
40	36	4	90%

**Gráfica 1. Análisis de órdenes ingresadas antes del inicio del proyecto**



**Gráfica 2. Análisis de órdenes ingresadas después de finalizado el proyecto**

