

88
29.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

RECONDICIONAMIENTO DE UN MOTOR
VOLKSWAGEN 1600 ENFRIADO POR AIRE

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A

IVAN PEREZ HOLGUIN

ASESOR:

ING. JOSE LUIS BUENROSTRO RODRIGUEZ

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1998

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

266552



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLAN

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS



DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
PRESENTE

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el Trabajo de: Tesis

"Reacondicionamiento de un motor Volkswagen 1600 enfriado por aire"

que presenta el pasante Iván Pérez Holguín
con número de cuenta 8907048-2 para obtener el TITULO de.
Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cuautitlán Izcalli, Edo de Méx., a 22 de septiembre de 199 8

PRESIDENTE Ing. Daniel Hernández Pecina

VOCAL Ing. José Luis Buenrostro Rodríguez

SECRETARIO Ing. Noé García Lira

PRIMER SUPLENTE M. en I. Felipe Díaz del Castillo Rodríguez

SEGUNDO SUPLENTE Ing. Rodolfo Balderas Reyes

INDICE

INTRODUCCIÓN..... 3

CAPÍTULO 1. EL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA

1.1 El motor y su funcionamiento..... 4
 1.1.1 Descripción..... 5
 1.2 Los cuatro tiempos 7
 1.2.1 Admisión..... 7
 1.2.2 Compresión 8
 1.2.3 Explosión 9
 1.2.4 Escape 9
 1.3 Tipos de motor..... 10
 1.3.1 Movimiento 10
 1.3.2 Número y posición de los cilindros..... 11
 1.3.3 Ciclos operativos 12
 1.3.4 Tipo de enfriamiento..... 12
 1.3.5 Disposición de las válvulas 13
 1.3.6 Combustible..... 13
 1.4 Las especificaciones..... 14
 1.4.1 Cilindrada..... 14
 1.4.2 Relación de compresión 15
 1.4.3 Trabajo, par de torsión y potencia..... 16

CAPÍTULO 2. EL MOTOR VOLKSWAGEN 1600 ENFRIADO POR AIRE

2.1 Historia..... 21
 2.2 Descripción..... 22
 2.3 Especificaciones..... 23
 2.4 Partes que lo componen 27
 2.4.1 Cáster..... 27
 2.4.2 Cigüeñal..... 27
 2.4.3 Bielas..... 29
 2.4.4 Pistones..... 29
 2.4.5 Cilindros..... 30
 2.4.6 Cabezas..... 30
 2.4.7 Arbol de levas y conjunto de válvulas..... 31
 2.4.8 Volante de inercia..... 32
 2.4.9 Sistema de lubricación..... 32
 2.5 Averías del motor..... 33

CAPÍTULO 3. HERRAMIENTAS, DESMONTAJE Y DESENSAMBLE

3.1 Precauciones..... 34
 3.1.1 Generales..... 34
 3.1.2 Protección de salud..... 35
 3.2 Herramientas y equipo necesario 36

3.2.1 Herramientas	36
3.2.2 Equipo	38
3.3 Desmontaje	39
3.4 Desensamblado	42
3.4.1 Ventilador	42
3.4.2 Carburador, bomba de gasolina, múltiple de admisión y distribuidor	43
3.4.3 Embrague, polea del cigüeñal y volante de inercia	44
3.4.4 Tubos de escape	45
3.4.5 Cabezas de los cilindros	45
3.4.6 Cilindros, pistones y anillos	46
3.4.7 Cáster, cigüeñal y bielas	47

CAPÍTULO 4. RESTAURACIÓN DEL MOTOR

4.1 Generalidades	48
4.2 Reparación del cárter	48
4.2.1 Limpieza	48
4.2.2 Inspección	49
4.2.3 Reparación	50
4.3 Reparación de las cabezas de los cilindros	51
4.3.1 Limpieza	51
4.3.2 Inspección	51
4.3.3 Reparación	54
4.4 Reparación del cigüeñal	56
4.4.1 Limpieza	56
4.4.2 Inspección	56
4.4.3 Reparación	57
4.5 Reparación de las bielas	58
4.6 Reparación de los cilindros, pistones y anillos	60
4.6.1 Recomendaciones	60
4.6.2 Reparación de los cilindros	61
4.6.3 Los pistones	62
4.6.4 Los anillos	63
4.7 Reparación del árbol de levas y sus levantadores	64

CAPÍTULO 5. ENSAMBLE Y MONTAJE DEL MOTOR

5.1 Ensamble	66
5.1.1 Recomendaciones	66
5.1.2 Procedimiento de ensamble	67
5.2 Montaje	79
5.3 Arranque	80

CONCLUSIONES	83
BIBLIOGRAFÍA	82

INTRODUCCIÓN

En nuestro país uno de los motores de combustión interna más utilizados debido a diversas situaciones pero principalmente a las económicas, ha sido el motor producido por la marca Volkswagen de 1600 centímetros cúbicos y enfriado por aire.

Cuando un motor ha cumplido su ciclo de trabajo es recomendable la sustitución por uno nuevo, pero por la misma situación económica se toma la decisión de una reconstrucción, Dentro de esta tesis se contemplan los diversos puntos a considerar para reacondicionar el motor para un nuevo periodo de utilidad

El capítulo primero se enfoca a los conceptos básicos de los motores de combustión interna tomando en cuenta sus principios de operación, los diferentes criterios para su clasificación, y una explicación de las especificaciones de un motor para poder entender fácilmente las características operativas de este.

El capítulo subsecuente contiene una descripción del motor Volkswagen 1600 enfriado por aire. Se da una pequeña reseña histórica sobre la compañía Volkswagen y el proceso que llevo a este motor ser un éxito comercial.

Se describe su funcionamiento y se incluyen tablas de referencia rápida tanto de las especificaciones como de las medidas y tolerancias de este motor, que se requieren para una reconstrucción

El capítulo tercero incluye las precauciones y las herramientas necesarias para efectuar una buena reparación, también explica paso a paso el procedimiento a seguir para desmontar el motor del vehículo y desarmarlo completamente.

En el cuarto capítulo se contemplan las acciones a realizar para reconstruir el motor se indican los diferentes procedimientos de limpieza, revisión, medición y reparación.

El procedimiento completo con las especificaciones y los pares de apriete para el armado y el montaje, se contempla en el último capítulo, también se explican los pasos a seguir para el arranque del motor después de la reparación

CAPÍTULO 1

EL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA

1.1 El motor y su funcionamiento

Un motor es cualquier mecanismo o máquina diseñada para transformar energía en trabajo mecánico; una máquina de vapor, una máquina de combustión interna, etc.

Un motor de vapor es una máquina de combustión externa ya que el combustible es quemado fuera del motor mismo.

Un motor de combustión interna quema el combustible dentro del cilindro del motor para producir expansión que se transforma en fuerza

La historia del motor se remonta a las épocas de la revolución industrial, en donde la máquina de vapor fue inventada, esta máquina de vapor se utilizó para diferentes aplicaciones principalmente para la industria y posteriormente para el transporte, dichos motores sufrieron cambios en cuanto a su tamaño y su eficiencia instalándose en los trenes. Posteriormente fueron utilizados en vehículos más pequeños llamados automóviles por su autonomía para moverse. La caldera de estos automóviles estaba situada en el extremo delantero del chasis y el motor estaba conectado directamente por medio de engranes al eje trasero. No se necesitaba ni embrague ni transmisión, ya que un motor de vapor puede desarrollar su máximo esfuerzo giratorio a cero revoluciones por minuto, mientras que un motor de combustión interna debe tener alguna velocidad giratoria para desarrollar la torsión o esfuerzo giratorio.

El primer motor de combustión interna producido en serie fue creado a mediados del siglo XIX por J.J.E. Lenoir y este ha experimentado muchos adelantos con el transcurso del tiempo. Los motores de combustión interna se encuentran hoy en día en los puntos máximos del perfeccionamiento, pero también se acerca pronto su desplazamiento por los motores eléctricos que son más eficientes y silenciosos.

1.1.1 Descripción

El motor es la fuente de energía del automóvil. Convierte la energía producida por la combustión del carburante en *energía mecánica*, capaz de imprimir movimiento a las ruedas

El combustible, que suele ser una mezcla de gasolina y aire, se quema en el interior de los cilindros. La gasolina y el aire se mezclan en el carburador o por medio de inyección directa y penetran en la cámara de combustión por la parte superior de los cilindros, en cuyo interior los pistones comprimen la mezcla, que se inflama por la acción en cadena que produce la chispa de la bujía. Al inflamarse, la mezcla impulsa al pistón hacia abajo, formando lo que es el movimiento lineal.

El propósito del cigüeñal es convertir el movimiento lineal (alternativo) de subida y bajada del pistón y la biela, en movimiento rotativo del cigüeñal y del volante de inercia y transmitir la energía a las ruedas a través de la transmisión

El cigüeñal, que en la mayoría de los automóviles puede alcanzar hasta 6 000 r.p.m., transmite la fuerza del motor a la caja de cambios, y por lo tanto a las ruedas. Este está fundido o forjado en una sola pieza.

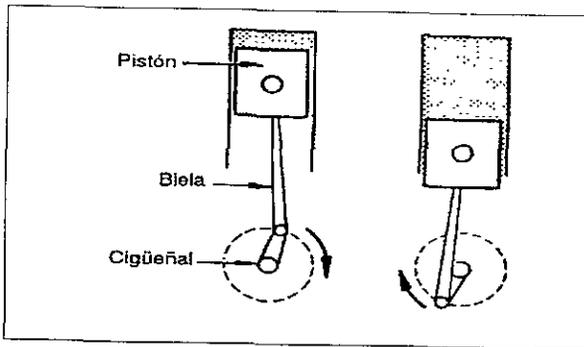


Figura. 1 Movimiento alternativo

El cigüeñal tiene contrapesos para compensar el movimiento y suavizar el esfuerzo del motor

El volante de inercia suaviza los bruscos impulsos de los pistones y hace que la rotación del cigüeñal sea relativamente uniforme

La estructura del motor debe ser lo suficientemente rígida como para poder soportar las fuertes cargas aplicadas sobre los cojinetes del cigüeñal y sobre las demás partes internas, como pistones, árbol de levas, etc.

El motor se constituye de dos partes principales atornilladas entre sí la superior que es la cabeza ó cabezas y la inferior el bloque de cilindros en el cual se alojan el cigüeñal, los pistones y las bielas entre otras piezas. Las cabezas suelen ser de alguna aleación de aluminio por su poco peso y sus propiedades térmicas.

Las válvulas de la mayoría de vehículos se encuentran alojadas en la cabeza y por ésta razón se denominan de válvulas a la cabeza.

En la cabeza hay una cámara de combustión, dos conductos, uno de entrada y uno de salida de gases y normalmente dos válvulas, que pueden ser más.

El motor aspira la mezcla de gasolina y aire a través de las válvulas de admisión, y expulsa los gases procedentes de la combustión por las válvulas de escape. El mecanismo de apertura y cierre de las válvulas se denomina árbol de levas.

En el bloque de cilindros se hallan los cilindros y los puntos de apoyo del cigüeñal, al cual están unidas las bielas y los pistones. También se puede alojar el árbol de levas. Otras veces, el árbol de levas puede estar en la cabeza, en cuyo caso el motor se denomina de árbol de levas en la cabeza.

Debido al calor generado en el motor de combustión interna, las partes metálicas, que están en fricción continua se doblarían, es por esto, que el motor debe contar con un sistema de refrigeración.

En un automóvil mediano, cuando el motor esta funcionando a su régimen máximo cada pistón puede llegar a efectuar hasta 100 recorridos por segundo. Debido a esta rápida sucesión de movimiento, los pistones han de ser resistentes, aunque de poco peso. En la mayoría de los automóviles modernos los pistones se fabrican de materiales ligeros como alguna aleación de aluminio.

Los anillos del pistón cierran casi herméticamente el espacio que existe entre el pistón y la pared del cilindro. Los anillos de compresión, que suelen ser dos, impiden que los gases pasen del cilindro al cárter, y el anillo rascador de aceite retira el exceso de aceite lubricante de la pared del cilindro y lo devuelve al cárter.

1.2 Los cuatro tiempos

La mayoría de automóviles modernos utilizan el motor de cuatro tiempos, este ciclo se basa en cuatro estados diferentes. Un motor que funciona según este ciclo se llama motor de cuatro tiempos. También se aplica el término ciclo de Otto (en honor a Friedrich Otto científico alemán)

Para poder comprender estos cuatro tiempos es necesario entender que son ciclos continuos es decir, continúa uno inmediatamente después del otro y el ciclo se repite, se puede apreciar de la siguiente forma.

Admisión – Compresión – Explosión – Escape – Admisión – Compresión - Etc.

1 2.1 Admisión

El pistón se encuentra en el punto muerto superior (PMS), en este instante se abre la válvula de admisión. La rotación del cigüeñal hace que el pistón descienda por el cilindro. El vacío creado al descender el pistón succiona los gases que se encuentran en el múltiple de admisión (mezcla de aire y gasolina) y el cilindro se comienza a llenar hasta el punto muerto inferior (PMI), donde se cierra la válvula de admisión.

Abre válvula admisión – admiten gases – cierra válvula admisión.

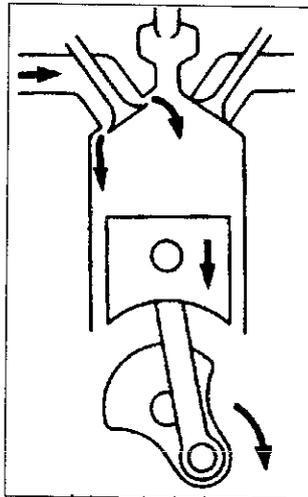


Figura. 2 Carrera de admisión

1.2.2 Compresión

En este punto el cigüeñal giró 180 grados y el pistón se encuentra en su posición mas baja (PMI) El cilindro se encuentra lleno de gases combustibles y las válvulas permanecerán cerradas, la de admisión y la de escape El pistón comienza a subir comprimiendo los gases combustibles hasta llegar al punto muerto superior (PMS) en donde queda un espacio libre comprendido entre la cabeza de admisión y el pistón, este espacio se llama cámara de compresión o de explosión.

Dos válvulas cerradas – Se comprime la mezcla – Dos válvulas cerradas.

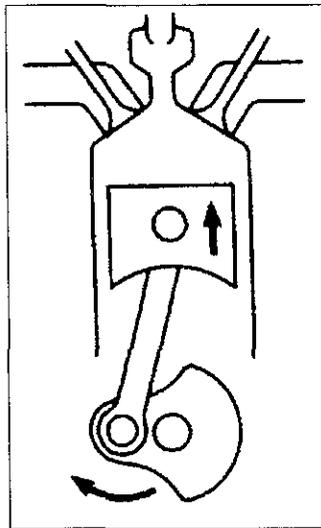


Figura. 3 Carrera de compresión

Por haberse comprimido la mezcla, cuando ocupa la cámara de compresión se encuentra mas caliente que al entrar al cilindro, y también están mas unidos el aire y la gasolina El tiempo de compresión ha servido para preparar la mezcla en las mejores condiciones para la explosión que va a realizarse.

1.2.3 Explosión

En el momento en que se encuentran comprimidos los gases, dentro de la cámara de explosión salta la chispa de la bujía que desata una reacción en la mezcla logrando una fuerte explosión que desplaza al pistón del punto muerto superior (PMS) al punto muerto inferior (PMI), transmitiendo la energía por medio del cigüeñal.

Dos válvulas cerradas – Salta la chispa y explotan los gases – Dos válvulas cerradas.

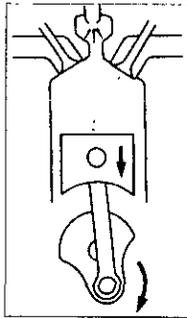


Figura. 4 Carrera de explosión

1.2.4 Escape

Al iniciarse este tiempo el pistón se encuentra en su punto muerto inferior (PMI). La válvula de escape se abre y el pistón comienza su desplazamiento hacia el punto muerto superior (PMS), esta acción crea una presión dentro del cilindro lo que desplaza los gases de escape al exterior por la tubería de escape.

Abre válvula de escape – Expulsan los gases – Cierra válvula de escape.

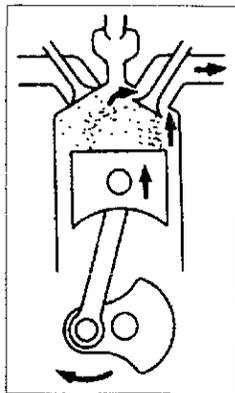


Figura. 5 Carrera de escape

1.3 Tipos de motor

Los motores se pueden clasificar de diferentes formas, ya sea en cuanto a su construcción o en su funcionamiento. A continuación se describen los tipos más comunes de clasificación.

1.3.1 Movimiento

Los motores de combustión interna pueden ser de dos tipos, alternativos o rotativos. Casi todos los motores de automóvil son del tipo alternativo. En este motor los pistones se desplazan hacia arriba y hacia abajo de manera alternativa. La otra clase de motores de combustión interna es la de tipo rotativo en el cual gira el rotor (Wenkel), este tipo de motor se ha utilizado muy poco. Se describirá únicamente el de tipo alternativo por ser el de mayor aplicación.

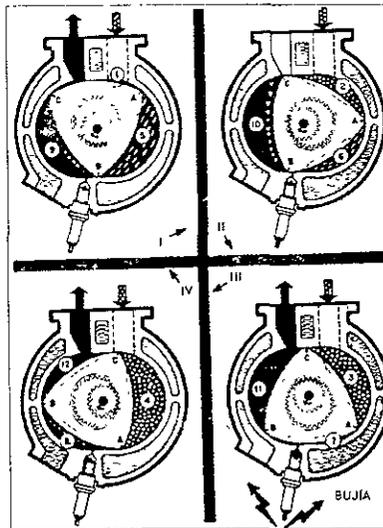


Figura. 6 Funcionamiento del motor Wenkel

1.3.2 Número y posición de los cilindros

Los motores de los automóviles presentan una gran variedad en cuanto al número de cilindros, existiendo motores de dos, tres, cuatro, cinco, seis, ocho, diez, 12 y 16 cilindros, siendo los más comunes los de cuatro, seis y ocho cilindros. Los motores de ocho cilindros son más potentes, más silenciosos y su funcionamiento es más suave, los motores de cuatro cilindros son más ruidosos y tienen una mayor vibración, pero son más chicos y más económicos que los de ocho cilindros, los motores de seis cilindros se encuentran entre estos dos tipos de motores.

Los cilindros pueden estar dispuestos de cinco formas diferentes

- En línea (una fila)
- En V (Dos bloques de cilindros uno al lado del otro formando un ángulo V).
- Horizontales opuestos.
- Embolos opuestos
- Radial (aeroplanos)

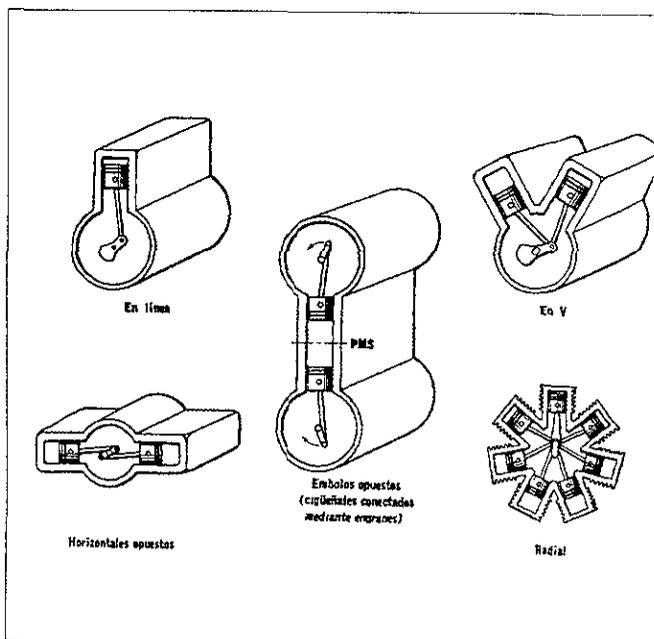


Figura. 7 Motores alternativos

1.3.3 Ciclos operativos

Los motores pueden ser de ciclo de dos tiempos o de ciclo de cuatro tiempos, el ciclo de dos tiempos combina el tiempo de admisión y de compresión así como el de explosión y de escape. Esto permite que el motor produzca un tiempo motriz cada dos carreras del pistón, o por cada rotación del cigüeñal. Este tipo de motor es muy utilizado para motores pequeños de motocicletas, naves acuáticas, podadoras, etc.

El ciclo de cuatro tiempos se compone de los tiempos llamados admisión, compresión, explosión y escape. Estos cuatro tiempos completan el ciclo en un cilindro cada dos giros del cigüeñal.

También existe el ciclo Diesel que es de cuatro tiempos, pero encendido por compresión y no por chispa.

1 3.4 Tipo de enfriamiento

Los motores se pueden diferenciar por el tipo de enfriamiento, por líquido refrigerante o por aire, los motores enfriados por líquido refrigerante tienen conductos en el interior del motor cuyo conjunto recibe el nombre de cámara de agua, por donde fluye el refrigerante absorbiendo el calor y transportándolo a un radiador el cual lo disipa a la atmósfera, la disipación se aumenta por medio de un ventilador que aumenta el flujo de aire a través del radiador.

Los motores enfriados por aire necesitan un sistema de aire forzado para poder realizar la refrigeración de todos los cilindros, para esto se emplea un ventilador que establece una corriente de aire sobre los cilindros. En los cilindros y cabezas de estos motores existen unas aletas, estas aumentan la superficie de contacto con el aire y permiten un mayor enfriamiento. Como determinadas zonas de los cilindros y culatas están expuestas a mayor temperatura las aletas en esta zona son más grandes que en otras partes.

En algunos motores enfriados por aire también se emplean radiadores de aceite lo que permite un mejor enfriamiento (Ver figura 8)

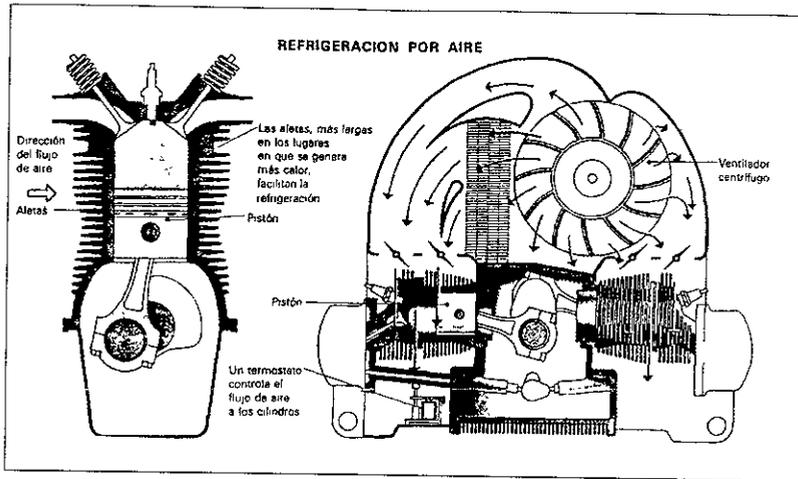


Figura. 8 Enfriamiento por aire

1.3.5 Disposición de las válvulas

Se hace una clasificación de los motores de combustión considerando la posición de las válvulas. El diseño más común es el de válvulas a la cabeza. En esta disposición las válvulas se localizan sobre la cabeza de los cilindros. Otra colocación de las válvulas es sobre el mismo monobloque, pero esta combinación está fuera del mercado.

1.3.6 Combustible

Los motores de combustión interna se pueden clasificar por el tipo de combustible que utilicen. En general, los motores de automóvil usan gasolina. Algunos motores utilizan diesel, gas licuado, energía eléctrica o encontramos los motores híbridos. Los motores híbridos son en realidad dos motores: uno eléctrico y otro de combustión, lo cual permite combinarlos para lograr un buen funcionamiento, una mayor economía de combustible y en general para utilizar las ventajas de cada uno para cubrir las desventajas del otro motor.

1.4 Las especificaciones

Para poder conocer las características de un motor, se deben conocer las especificaciones de éste, y poder entenderlas claramente. Las especificaciones nos dan una idea de que tan potente es el motor o que respuesta tiene a la aceleración, es decir es la presentación del motor. Dentro de las especificaciones encontramos las siguientes que son las más comunes presentadas por los fabricantes de motores.

1.4.1 Cilindrada

La cilindrada se refiere a la capacidad que tiene un motor para introducir la mezcla en sus cilindros, es decir el volumen total de combustible que admite el motor dentro de sus cilindros, ésta medida no incluye el volumen dentro de la cámara de compresión, debido a que es muy pequeño y puede ser despreciado. Para poder calcular la cilindrada se necesita conocer el número de pistones y su diámetro, así como la distancia que recorre el pistón desde su punto muerto superior hasta el punto muerto inferior (carrera del pistón). Con estos datos se encuentra el área del pistón y se multiplica por la carrera, para encontrar el volumen de cada cilindro, este volumen se multiplica por el número de cilindros o pistones para encontrar el volumen total.

$$cilindrada = \frac{\pi d^2 nl}{4}$$

Donde:

d = Diámetro del pistón

n = Número de pistones

l = Carrera

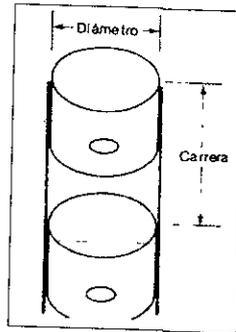


Figura. 9 Cilindrada

Por ejemplo, para el motor Volkswagen, que tiene cuatro cilindros de 8.55 cm de diámetro y 6.9 cm de carrera, se obtiene lo siguiente.

$$Cilindrada = \frac{\pi \times (8.55cm)^2 \times 4 \times 6.9cm}{4} \approx 1584cm^3$$

1.4.2 Relación de compresión

La relación de compresión es la relación que existe entre el volumen total del cilindro y el volumen del cilindro en su punto muerto superior (cámara de combustión)

La relación de compresión esta relacionada con la detonación del combustible si la relación es muy alta, el combustible tiende a encandecer con la pura compresión y causa fallas en el tiempo de encendido y si la compresión es muy baja se tiene poca potencia y poca economía.

Para calcular esta relación es necesario conocer el volumen que se encuentra en la cámara de combustión o de compresión, éste volumen queda comprendido entre la cabeza del cilindro y el pistón en su punto más alto

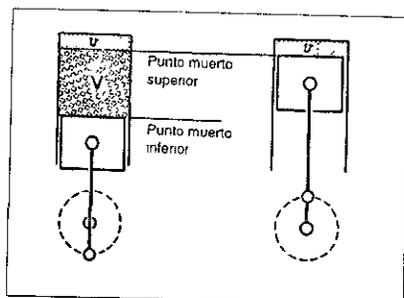


Figura. 10 Relación de compresión

Un método muy sencillo para medir el volumen de la cabeza de los cilindros, es el de verter agua o aceite dentro del espacio a medir y midiendo la cantidad de líquido podemos conocer el volumen. Se tiene que tomar en cuenta que el volumen medido es sólo el de la cabeza, y que la cámara de combustión puede tener más o menos área, dependiendo del pistón, si este sobresale de la camisa al momento de encontrarse en el punto muerto superior, si se encuentra al nivel, o queda un espacio libre dentro del cilindro (Ver figura 11)

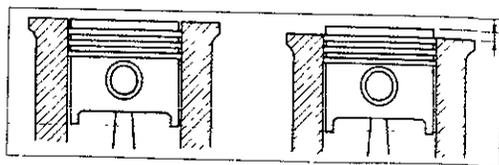


Figura. 11 Pistón a nivel

Pistón que sobresale

Una vez que se tenga la medida del volumen de la cámara de combustión, y el volumen de cada cilindro (cilindrada entre número de pistones), se divide el volumen de cada cilindro mas el volumen de la cámara de combustión entre el volumen de la cámara de combustión

$$\text{relación de compresión} = \frac{V + v}{v}$$

El motor Volkswagen con una cilindrada de 1584 cm³ (396 cm³ por cilindro) un volumen de la cámara de compresión de 70.7 cm³, nos da como resultado lo siguiente

$$\text{relación de compresión} = \frac{396\text{cm}^3 + 70.7\text{cm}^3}{70.7\text{cm}^3} \approx 6.6$$

En la tabla 1 se muestran unos valores típicos de presión de compresión respecto de la relación de compresión

Tabla 1. Valores típicos de presión

Relación de compresión	Presión de compresión(Lb/plg ²)
5.8	95
6.5	110
7	120
8.7	140
10	160

1.4.3 Trabajo, par de torsión y potencia

La potencia producida por un motor se considera comúnmente como la característica de operación mas importante. Note que la potencia no es una medición básica.

Potencia es la cantidad de trabajo producida en un tiempo determinado

Por ejemplo, se requiere más potencia para acelerar un vehículo de 0 a 60 Km./h en 6 segundos que en 10. El tiempo en segundos se entiende plenamente, aunque quizá el trabajo no se entienda bien.

El trabajo es el resultado de una fuerza que actúa a lo largo de una distancia.

$$\text{Trabajo} = f \times d$$

En unidades inglesas la fuerza se mide en libras fuerza y la distancia en pies, en el sistema métrico, la fuerza se mide en kilogramos y la distancia en metros.

Se requiere trabajo para alzar un motor fuera del vehículo. En el siguiente ejemplo, suponga que un motor pesa 200 kg (440 lb) y hay que levantarlo 1.5 m (4.92 pies). El trabajo requerido para realizar esta operación es

$$200 \text{ kg} \times 1.5 \text{ m} = 300 \text{ kg}\cdot\text{m} \text{ (2,165 lbf}\cdot\text{pie)}$$

El cigüeñal del motor no alza peso para hacer su trabajo, pero si gira. El esfuerzo de torsión del eje se llama par de torsión.

El par de torsión es una fuerza de rotación que se esta produciendo en una distancia.

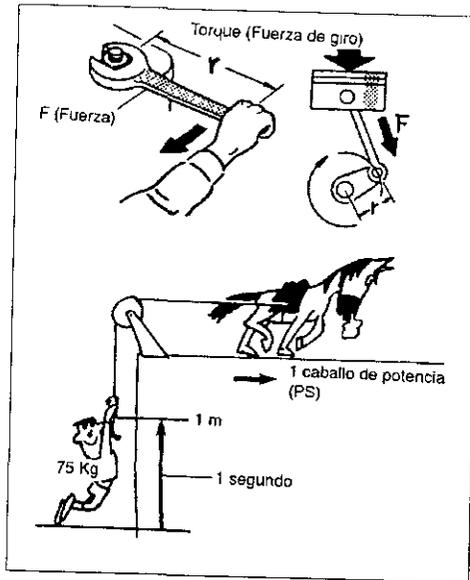


Figura. 12 Par y trabajo

Los valores numéricos del par de torsión son similares a los del trabajo lbf·pie y kg·m, pero para distinguirlo comúnmente se le llama pies·lbf en sistema inglés y Newton m en el sistema métrico, pero también se utilizan kg·m, la relación es: $\text{kg}\cdot\text{m} = 9.81 \text{ N}\cdot\text{m}$

Los factores de conversión que se muestran en la Tabla 2 son útiles para trabajos de problemas de par de torsión.

Tabla 2. Factores de conversión

Multiplique	Por	Para obtener
Lbf·pie	1 356	N·m
N·m	0.737	Lbf·pie
Lbf·pie	0 138	Kg·m
Kg·m	7.246	Lbf·pie
N·m	0 102	Kg·m
Kg·m	9.807	N·m

Estos mismos valores de par de torsión se usan cuando se aprietan las tuercas y tornillos durante el proceso de armado de motores. Se utiliza una herramienta llamada llave de torque o dinamométrica para apretar adecuadamente los tornillos ó tuercas al par de apriete correctos.

Se llevaría la misma cantidad de trabajo elevar gradualmente el motor del chasis en una hora o elevarlo en un minuto. Se requiere 60 veces más potencia elevar el motor en un minuto que elevarlo en una hora. Este ejemplo demuestra que:

La potencia es la cantidad de trabajo realizado en un periodo de tiempo.

La potencia que produce un motor se llama potencia en caballos. La potencia en caballos es la medición de potencia usada en un sistema de medidas acostumbrada. El término watt se usa para mediciones de potencia en el sistema métrico.

La potencia en caballos producida por el cigüeñal, se mide con un dinamómetro conectado al mismo. Un dinamómetro es una parte de equipo de ingeniería que sitúa una carga sobre el motor. La carga puede ser mecánica, eléctrica o hidráulica, dependiendo del diseño del dinamómetro. La carga se opone a la velocidad del motor, así que se llama freno.

La potencia en caballos medida en el dinamómetro se llama potencia al freno. Esta potencia se puede medir directamente si el dinamómetro lo permite o bien se puede calcular con las lecturas de par y R.P.M.

El dinamómetro tiene ciertos medios de regular la cantidad de carga sobre el motor, también tiene la capacidad para medir la cantidad de fuerza de torsión que el cigüeñal del motor coloca contra la carga. La velocidad del motor se hará lenta a medida que aumenta la carga. Y se acelerará a medida que la carga disminuya.

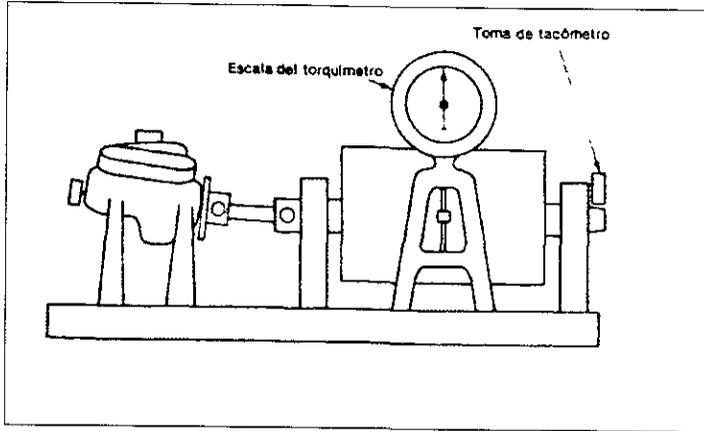


Figura 13. Dinamómetro

La ecuación que determina la potencia en caballos del motor se deduce de la siguiente forma. La distancia recorrida por el cigüeñal en una revolución es igual a dos veces el radio del giro por 3.1416 y si lo multiplicamos por las revoluciones por minuto nos da el trabajo hecho en un minuto. Esta respuesta numérica se debe dividir entre el equivalente de trabajo que 1 caballo puede hacer en un minuto ($1\text{Hp} = 33,00 \text{ pie lbf/min}$).

La ecuación para determinar la potencia al freno del motor, usando valores medidos con el dinamómetro, es:

$$Hp = \frac{2 \times \pi \times \text{par}(\text{Pie} - \text{lbf}) \times r.p.m}{33,000}$$

La presión de la combustión sobre el pistón desarrolla la fuerza que el par de torsión imparte al cigüeñal. En un motor dado, el único modo de cambiar el par de torsión es modificando la presión producida por la combustión. Esto se puede hacer por los cambios en la cantidad de mezcla dentro del motor, en los tiempos de encendido, en la temperatura, y en la relación aire-combustible de la mezcla.

La potencia real producida por un motor se llama potencia al freno.

Se mide con un dinamómetro. Teóricamente, se produce más potencia en el cilindro que la que llega al cigüeñal, debido a las pérdidas, y por lo tanto.

La potencia total producida por un motor de llama potencia indicada.

La base para esta potencia se calcula por el tamaño del motor, la velocidad de operación, y la presión desarrollada en el cilindro. La presión de combustión en el cilindro se mide con

un osciloscopio el cual tiene acoplado un indicador de presión el cual se une a la bujía. El término potencia indicada viene de este indicador de presión

La presión indicada cambia constantemente a lo largo del ciclo. Primero, se determina la presión promedio o media con el indicador. La presión media es una presión constante que daría el mismo par de torsión a medida que cambia la presión en la cámara de combustión. Esta presión constante se llama presión media efectiva (PME). El par de torsión del motor resulta de la presión media efectiva que actúa sobre la parte superior del pistón durante la carrera entera. La presión de combustión obliga al pistón a ir hacia abajo en la carrera de potencia en cada cilindro. La potencia del motor resulta de el número total de carreras de potencia por minuto. En el motor automotriz, hay una carrera de potencia en cada cilindro por cada dos revoluciones del cigüeñal. La potencia total desarrollada en un minuto se debe dividir entre 396,000 (lbf·pie)/min para dar la potencia en HP, la cual se calcula fácilmente usando la ecuación siguiente.

Deduciendo la ecuación:

trabajo = fuerza × distancia 1

fuerza = presión indicada × área 2

distancia = carrera 3

substituyendo 2 y 3 en 1

trabajo = presión indicada × área × carrera 4

Se tiene una carrera de potencia por cada dos giros del cigüeñal y por cada pistón

tiempo = $\frac{R.P.M.}{2}$ 5

potencia indicada = trabajo × tiempo 6

substituyendo 4 y 5 en 6

$$\text{Potencia indicada} = \frac{\text{presión indicada}(\text{lbf / plg}^2) \times \text{área}(\text{plg}^2) \times \text{carrera}(\text{plg}) \times \frac{R.P.M.}{2} \times \text{número pistones}}{396,000} = (\text{Hp})$$

$$\text{Potencia indicada} = \frac{\text{presión indicada}(\text{N / M}^2) \times \text{área}(\text{M}^2) \times \text{carrera}(\text{M}) \times \frac{R.P.M.}{2} \times \text{número pistones}}{44,760} = (\text{Hp})$$

CAPÍTULO 2

EL MOTOR VOLKSWAGEN 1600 ENFRIADO POR AIRE

2.1 Historia

La historia del Volkswagen se remonta a los años 30's en que el famoso creador alemán Ferdinand Porche diseño varios prototipos del automóvil y motor Volkswagen (auto del pueblo), este diseño fue encargado debido a las expectativas de Adolfo Hitler el cual quería un automóvil que fuera practico, de poco mantenimiento y económico para cubrir las necesidades de la población

La producción del Volkswagen se detuvo durante la segunda guerra mundial, pero no su desarrollo ya que la misma tecnología fue utilizada para vehículos militares. Para 1945 se empezó la producción de los automóviles en serie.

El aumento de la popularidad del auto del pueblo fue creciendo por todo el mundo durante varios años. Y para el año de 1954 un grupo de empresarios deciden traer a México el automóvil sensación de Europa y con esto se inicia la historia de Volkswagen en México, en ese año participaron en la carrera panamericana 7 automóviles Volkswagen los cuales terminaron su recorrido desde Tuxtla Gutiérrez, Chiapas hasta Ciudad Juárez, Chihuahua. Para septiembre de este año se firmó un contrato con fábricas Automex, S A para producir los automóviles y se produjeron 250 unidades, posteriormente para junio de 1955 se formaliza un acuerdo con la Studebaker-Packard de México para continuar ensablándolos hasta octubre de 1961. Posteriormente en junio de 1962 se inicia el ensamble de unidades en Xalostoc, Edo De Mex En la armadora PROMEXA (Promotora Mexicana de Automóviles) Dos años después cambió su denominación a Volkswagen de México, S A. de C V

Con el paso del tiempo se decidió cambiar las instalaciones y el sitio elegido fue la ciudad de Puebla, México El 23 de octubre de 1967 salió la primera unidad de las líneas de producción de las nuevas y modernas instalaciones. No tomó mucho tiempo para que el Volkswagen se convirtiera en un éxito comercial, y la producción llegó a la marca de medio millón en 1975, fecha en la cual se producían 550 unidades diarias.

La planta de Puebla produjo el ejemplar número 20 millones el 15 de mayo de 1981 y el número 21 millones fue producido el 23 de junio de 1992.

Los cambios se siguieron manifestando y para 1993 se tuvieron que hacer cambios importantes debido a las regulaciones ecológicas de la Ciudad de México. Se adaptó la inyección electrónica de combustible y aunque con algunas diferencias del original en 1998 se sigue produciendo el automóvil sensación del mundo

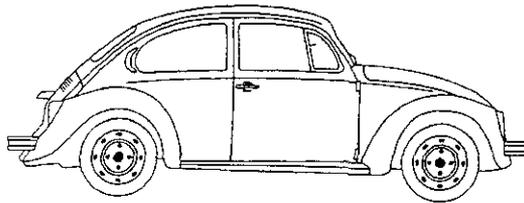


Figura. 14 “Volkswagen” el auto del pueblo

2.2 Descripción

El motor Volkswagen es un motor de combustión interna de cuatro tiempos, cuatro cilindros opuestos horizontalmente con válvulas en las cabezas enfriado por aire y aceite.

El cárter es de una aleación de magnesio fundida a presión, de dos piezas. Puesto que las dos piezas están maquinadas para acoplarse, sólo se pueden remplazar en pares.

Los cilindros son de hierro fundido, a los que se les incorporan aletas sobre las superficies exteriores con fines de enfriamiento.

El motor posee dos cabezas de cilindros una a cada lado y para cada par de pistones.

Utiliza dos válvulas por cada cilindro, una de admisión y una de escape. Las cabezas son de una aleación de aluminio y llevan aletas de enfriamiento.

El cigüeñal está montado en el cárter y apoyado de cuatro cojinetes principales.

Los cojinetes 1,3 y 4 son del tipo de círculo completo de una pieza. El número 2 consiste de dos casquillos de medio círculo.

Los pistones están armados con dos anillos de compresión y uno de control de aceite.

El árbol de levas esta soportado por el cárter por medio de tres cojinetes. Utiliza un engrane remachado a uno de los extremos este se acopla con el engrane del cigüeñal. Ambos engranes están cortados helicoidalmente.

Las levas impulsan a los levanta-válvulas que impulsan a los balancines y estos a su vez abren las válvulas.

La lubricación con aceite de las partes del motor se lleva a cabo a base de alimentación a presión, proveniente de una bomba de engranes impulsada por el árbol de levas. Tiene incorporada una válvula reguladora, una de descompresión y un enfriador de aceite.

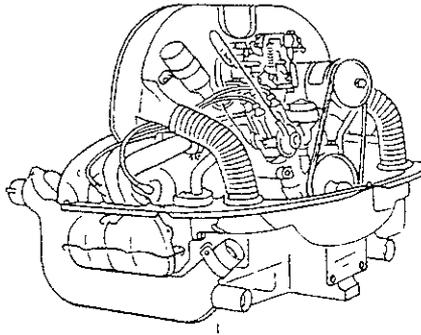


Figura. 15 Motor Volkswagen

2.3 Especificaciones

En la tabla 3 se muestran las especificaciones generales del motor Volkswagen 1600 enfriado por aire.

Dentro de las tablas 4, 5, 6, 7 y 8 se muestran las medidas y tolerancias que son necesarias para una reparación del motor.

Durante el proceso de reconstrucción se requieren los valores de las tablas mencionadas anteriormente, cuando se requiere de una medida según el procedimiento se indica el valor exacto o bien se hace referencia a la tabla donde se obtuvo este valor.

Tabla 3. Especificaciones generales del motor Volkswagen 1600 enfriado por aire

Especificación	Valor
Motor	Volkswagen 1600
Combustible	Gasolina
Numero de cilindros	4
Disposición de los cilindros	Horizontales opuestos
Diámetro de los cilindros (mm)	85.5
Carrera de los cilindros (mm)	69
Cilindrada (cm ³)	1584
Numero de cojinetes principales	4
Relación de compresión	6.6:1
Orden de encendido	1-4-3-2
Tiempo de encendido	7.5 grados A.P.M.S.
Abertura de los platinos	0.041 mm - 47° DWELL
R.P.M. marcha mínima (ralentí)	800
Capacidad de aceite en el cárter del motor (lt)	2.37
Potencia neta (Hp /r.p.m) [Kw / r.p.m]{CV/r.p.m }	45/4000 [34 /4000]{46/4000}*
Troqué(lb-pie /r.p.m) [Nm / r.p.m]	72/2200 [98 1/2200]

* 1 Hp = 0.7457 Kw = 1.014 CV

(Continua)

Tabla 4. Especificaciones del cigüeñal

Cigüeñal	Medidas en mm
Diámetro del muñón 1, 2, y 3	54.98 ± 0.01
Diámetro del muñón 4	39.99 ± 0.01
Diámetro del muñón de las bielas	54.98 ± 0.01
Ovalamiento máximo de los muñones	0.03
Holgura entre cojinete y cigüeñal	0.07 ± 0.03
Juego axial	0.10 ± 0.03

Tabla 5. Especificaciones de las bielas

Bielas	Medidas en mm
Diámetro interior del buje	21.999 ± 0.0025
Tolerancia máxima entre buje y el perno.	0.04
Tolerancia entre el cojinete y el muñón del cigüeñal	0.04 ± 0.02
Tolerancia lateral de la biela	0.3 ± 0.15
Diferencia máxima de peso entre bielas	10 gramos

Tabla 6. Especificaciones de los pistones y anillos

Pistones y anillos	Medidas en mm
Tolerancia entre el pistón y el cilindro	0.05 ± 0.01
Tolerancia lateral anillo superior	0.08 ± 0.01
Tolerancia lateral del segundo anillo	0.06 ± 0.01
Tolerancia lateral del anillo de aceite	0.04 ± 0.01
Abertura entre los extremos de los anillos de compresión	0.37 ± 0.08
Abertura entre los extremos del anillo de aceite	0.32 ± 0.08
Diámetro del pistón	85.5
Diámetro del perno del pistón	22.998 ± 0.002
Diferencia de peso máxima entre pistones	10 gramos

(Continua)

Tabla 7. Especificaciones del árbol de levas y sus levanta-válvulas

Arbol de levas y levantadores	Medidas en mm
Diámetro del muñón del árbol de levas	25.00 ± 0.01
Tolerancia entre el muñón y el cojinete	0.03 ± 0.01
Juego axial del árbol de levas	0.09 ± 0.04
Juego entre dientes de sincronización	0.025 ± 0.025
Límite de desgaste máximo del árbol de levas	0.04
Diámetro del levanta-válvulas	18.97 ± 0.01
Tolerancia entre levanta-válvulas y el cárter	0.04 ± 0.02

Tabla 8. Especificaciones de las válvulas

Válvulas	Medidas en mm
Diámetro del vástago de la válvula admisión "d"	7.945 ± 0.005
Diámetro del vástago de la válvula escape "d"	7.915 ± 0.005
Diámetro de la cabeza de la válvula admisión "D"	35.50
Diámetro de la cabeza de la válvula escape "D"	32.00
Ángulo de la cara de la válvula admisión "α"	44 grados
Ángulo de la cara de la válvula escape "α"	45 grados
Longitud total de la válvula "L"	112.00
Ancho del asiento de la válvula "W"	1.27
Tolerancia entre el vástago y la guía admisión	0.065 ± 0.005
Tolerancia entre el vástago y la guía escape	0.095 ± 0.005
Límite máximo de oscilación de la válvula dentro de su guía admisión	0.22 ± 0.01
Límite máximo de oscilación de la válvula dentro de su guía escape	0.30 ± 0.01
Tolerancia entre el levanta-válvulas y la válvula (frío)	0.10
Longitud del resorte con 54 kg de carga	31.00
Longitud de la varilla de empuje	282.20 ± 0.30
Cuadratura del resorte de la válvula	Menos de 2.0

2.4 Partes que lo componen

2.4.1 Cárter

El cárter esta formado por dos piezas de aleación de magnesio, las dos piezas se maquinan juntas y así forman una sola pieza la cual no es reemplazable en partes y su reconstrucción se debe maquinar en conjunto

El cárter sostiene al cigüeñal, al árbol de levas, las camisas de los cilindros, la bomba de aceite, y al engrane de distribución principalmente ya que indirectamente sostiene otros elementos.

La unión entre las dos piezas no requiere de alguna junta especial, pero debe aplicarse algún compuesto sellador entre ellas

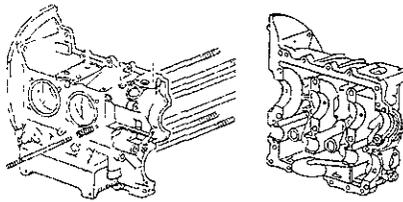


Figura. 16 Cárter

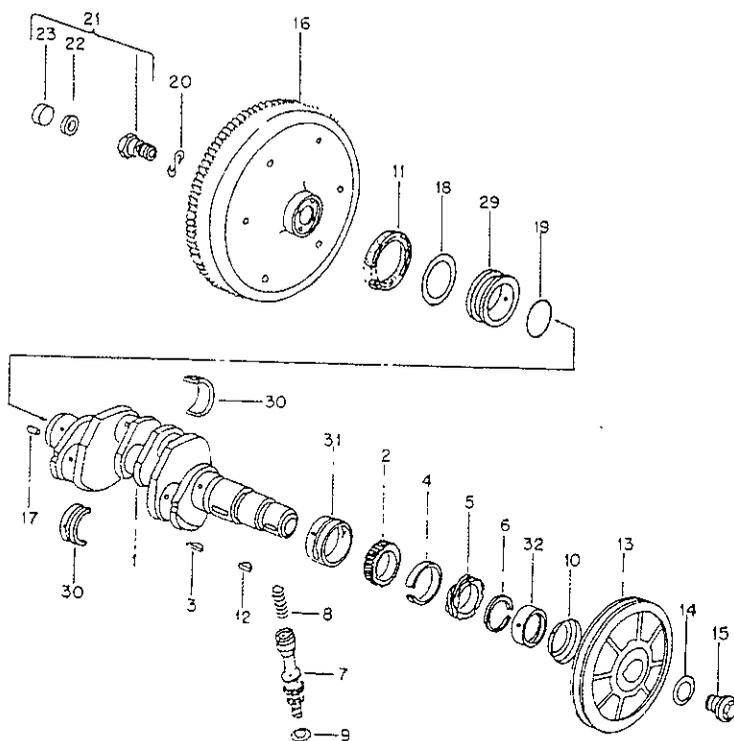
2.4.2 Cigüeñal

El cigüeñal esta hecho de acero forjado y es de una sola pieza

Se sostiene de cuatro apoyos en el cárter, tres son completamente circulares y uno esta dividido por la mitad.

El cigüeñal tiene conductos para la lubricación.

El cigüeñal sostiene las bielas, el engrane de acoplamiento con el árbol de levas, el engrane de distribución y el volante de inercia. (ver figura 17)



- | | |
|-----------------------------|------------------------------------|
| 1 Cigüeñal | 14 Arandela |
| 2 Engrane de sincronización | 15 Tornillo de la polea |
| 3 Cuña de sujeción | 16. Volante de inercia |
| 4 Espaciador | 17 Perno del cigüeñal |
| 5 Engrane de distribución | 18 Lana de calibración |
| 6 Seguro | 19 Sello "O" del volante |
| 7 Impulsor del distribuidor | 20 Arandela de presión |
| 8 Resorte del impulsor. | 21 Conjunto "tornillo del volante" |
| 9 Arandela | 29. Cojinete principal N°1 |
| 10 Difusor de aceite | 30 Cojinete principal N°2 |
| 11 Reten trasero | 31. Cojinete principal N°3 |
| 12 Cuña de sujeción | 32 Cojinete principal N°4 |
| 13 Polea del cigüeñal | |

Figura. 17 Cigüeñal

2.4.3 Bielas

La biela conecta el pistón con el cigüeñal, y transmite la energía del pistón hacia el cigüeñal

La biela es de peso ligero, para disminuir los efectos de la inercia, pero con suficiente resistencia para soportar las fuertes cargas de compresión y tensión durante la operación del motor.

Las bielas utilizan el perno de pistón del tipo totalmente flotante, es decir que utiliza seguros de sujeción. Se utilizan cojinetes (metales) divididos en dos partes en la unión con el cigüeñal.

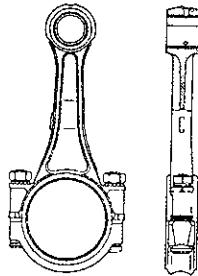


Figura. 18 Biela

2.4.4 Pistones

Los pistones son originalmente del tipo cóncavos, pero existen en el mercado los del tipo plano y convexos estos últimos utilizados en los motores de inyección electrónica de combustible.

Estos utilizan tres anillos, los dos superiores de compresión y uno inferior de aceite

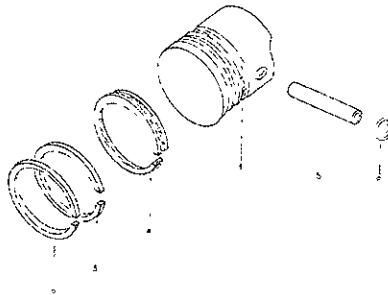


Figura. 19 Pistón

2.4.5 Cilindros

Los cilindros reciben a los pistones y van montados sobre el cárter. Tienen aletas de refrigeración que son más largas en la parte superior y más cortas en la inferior. Los cilindros utilizan una junta en su parte inferior que es la que se coloca sobre el cárter.

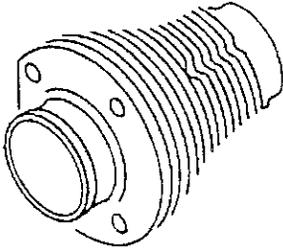


Figura. 20 Cilindro

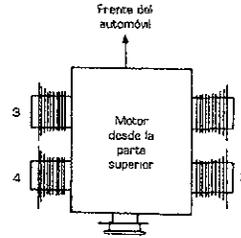


Figura. 21 Disposición de los cilindros

2.4.6 Cabezas

Las cabezas son de una aleación de aluminio. Se utilizan dos cabezas, una del lado derecho del motor para los pistones uno y dos y otra del lado izquierdo para los pistones tres y cuatro

Cada cabeza recibe cuatro válvulas, dos por cilindro

Tienen asientos insertados por expansión térmica, es decir se calienta la cabeza y se enfría el asiento para poder insertarlo.

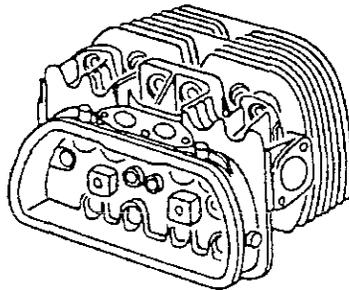
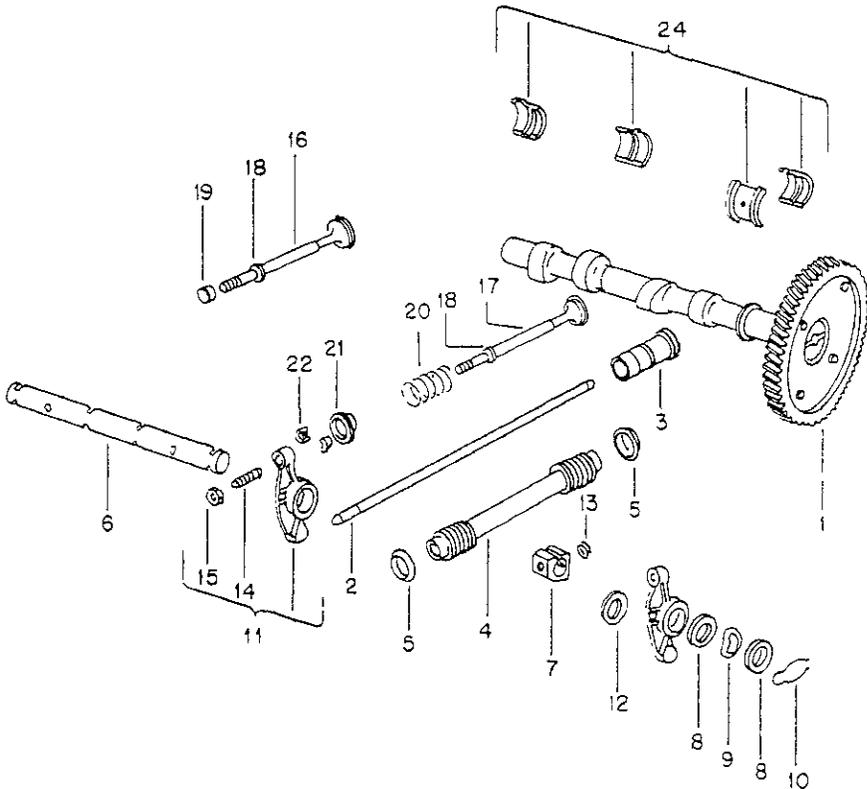


Figura. 22 Cabeza de los cilindros

2.4.7 Arbol de levas y conjunto de válvulas

El árbol de levas consta de dos piezas, el árbol y el engrane. El engrane se encuentra remachado al árbol así forman una sola pieza. Tiene tres cojinetes el primero es para el ajuste del juego axial y los otros dos son libres.



- | | | | |
|--------------------------|--------------------------|----------------------|--------------|
| 1 Árbol de levas | 6 Eje del balancín | 16,17 Válvulas | 22 Pasadores |
| 2 Varilla de empuje | 7 Soporte | 18 Guía de válvulas. | 24 Cojinetes |
| 3 Levantador de válvulas | 8,9,12,13 Arandelas | 19 Sello "O" | |
| 4 Tubo de la varilla | 10 Seguro | 20 Resorte | |
| 5 Empaque. | 11 Conjunto del balancín | 21 Retén sujetador | |

Figura. 23 Conjunto árbol de levas

2.4 8 Volante de inercia

El volante de inercia suaviza el movimiento del motor. Este soporta al conjunto de embrague que es del tipo seco y utiliza un diafragma de presión.

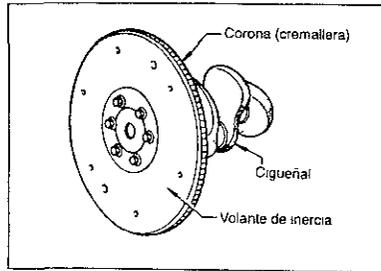


Figura. 24 Volante de inercia

2.4 9 Sistema de lubricación

El sistema de lubricación consta de una bomba de aceite y de un radiador de calor el cual enfría el aceite manteniéndolo a una temperatura adecuada. Tiene orificios de lubricación que son los encargados de conducir el fluido a los lugares requeridos, como son los muñones del cigüeñal y las partes de fricción.

La bomba es del tipo de engranes, utiliza dos engranes rectos para impulsar el lubricante.

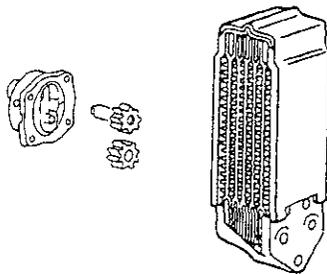


Figura. 25 Bomba de aceite y radiador

2.5 Averías del motor

Un motor debe someterse a una reconstrucción cuando ha cumplido un ciclo de trabajo de aproximadamente 250, 000 Km Dependiendo principalmente de las condiciones de operación y del mantenimiento que se le haya efectuado. No obstante se pueden encontrar casos en los que el motor se deba reparar debido a ruidos internos los cuales únicamente podrán ser inspeccionados mediante un desensamble del motor.

La mayoría de los ruidos internos se pueden adjudicar a piezas en mal estado, el cual puede ser desgaste o defectos en los materiales de construcción.

Un motor debe ser reparado si consume mas de 1 litro de aceite por cada 1,000 Km. Recorridos, o si produce humo azul que indique combustión con accite, o bien si se detectan deficiencias en la compresión, esto se puede comprobar midiendo la presión ejercida por los pistones dentro de los cilindros. Para esto se coloca un manómetro con entrada especial en el orificio de la bujía, se hace girar el motor por medio del motor de arranque y se toman las lecturas. La lectura mínima de presión de compresión para el motor Volkswagen 1600 enfriado por aire se considera de 100 lb/plg²

La decisión de reconstruir un motor se debe tomar considerando las señales de desgaste del motor, o bien de su funcionamiento, pero si se tienen problemas de funcionamiento se debe estar seguro que las fallas provienen de la parte mecánica del motor y no de los otros sistemas como pueden ser el sistema de encendido o el de combustible

Procure que su experiencia lo guíe durante la decisión, pero si no cuenta con experiencia entonces recurra a los comentarios y sugerencias de personas experimentadas

CAPÍTULO 3

HERRAMIENTAS, DESMONTAJE Y DESENSAMBLE

3.1 Precauciones

3.1.1 Generales

De las precauciones que tomemos dependerá la seguridad de nuestra persona y garantizará que los elementos mecánicos no se dañen por falta de atención

Para realizar un trabajo con seguridad nunca se debe escatimar en precios ni en tiempo.

A continuación se mencionan algunos puntos importantes respecto a la seguridad.

- No deje el motor funcionando durante un largo periodo de tiempo sin contar con una ventilación adecuada para los gases de escape. Mantenga la zona de trabajo bien ventilada y libre de materiales inflamables. Debe tenerse un cuidado especial, cuando se manipulen materiales inflamables o venenosos, como gasolina, aceites, etc.
- Antes de elevar el vehículo calce las ruedas para evitar que se mueva el vehículo. Después de elevar el vehículo con un gato, apoye su peso sobre soportes de seguridad en los puntos designados para la elevación antes de ponerse a trabajar en el vehículo. Estas operaciones deben realizarse sobre una superficie nivelada
- Cuando desmonte un componente pesado, como el motor o el transeje, tenga cuidado de que no pierda el equilibrio y se caiga.
- Antes de hacer reparaciones desconecte el interruptor de encendido y luego desconecte la terminal negativa del acumulador para evitar cortos.
- Para evitar quemarse seriamente, evite el contacto con piezas metálicas calientes, como el múltiple de escape, tubo de escape y silenciador
- Para evitar rayar o ensuciar el vehículo, proteja las salpicaderas, tapicería y alfombra con algún plástico resistente
- Limpie todas las piezas desarmadas en algún líquido o disolvente limpiador, antes de hacer la inspección o montaje.
- Reemplace los sellos de aceite, juntas, empaquetaduras, sellos "O", etc. de la manera indicada y tire las usadas.

- Disponga las piezas desarmadas de acuerdo con sus puntos y secuencia de instalación, para facilitar el montaje
- Después de desconectar una manguera de vacío o de aire, coloque una etiqueta que indique la conexión apropiada con el fin de evitar conectarla incorrectamente
- Se deben utilizar las herramientas correctas recomendadas para que las reparaciones se hagan correcta, segura y eficientemente.
- Procure lavar el motor antes de realizar la reparación, esto evitará que trabaje con grasa y se pueda resbalar alguna pieza importante.
- No contamine el ambiente drenando el aceite o los disolventes al drenaje. Esto implica un delito.

3.1.2 Protección de salud

- El contacto prolongado y repetido con aceite mineral eliminará las grasas naturales de la piel causando resequedad, irritación y dermatitis. Además los aceites usados contienen contaminantes potencialmente dañinos que pueden provocar cáncer de piel. Deben utilizarse medios adecuados de protección de la piel y de lavado
- Evite el contacto prolongado o repetido con aceites, particularmente con aceites de motor usados.
- Póngase ropa protectora, incluyendo guantes impermeables donde sea factible
- Evite la ropa que este contaminada con aceites, principalmente la ropa interior
- En los cortes abiertos o heridas se debe aplicar tratamiento de primeros auxilios inmediatamente
- Utilice cremas protectoras, aplicándoselas antes de cada periodo de trabajo para facilitar la eliminación del aceite de la piel.
- Lave con jabón y agua para asegurar que se ha eliminado todo el aceite. Los preparados con lanolina regeneran los aceites naturales de la piel.
- No use gasolina para limpiar la piel.
- Si se producen irritaciones u otras molestias de la piel, vaya al médico inmediatamente
- Desengrase los componentes antes de trabajar con ellos
- Cuando exista riesgo de daños a los ojos, protéjase con unas gafas adecuadas
- Cuando levante objetos pesados, procure doblar las rodillas para evitar hacer esfuerzo con la espalda.

3.2 Herramientas y equipo necesario

3.2.1 Herramientas

La selección de las herramientas es muy importante ya que de ellas depende una buena reconstrucción, las herramientas deben ser de buena calidad para asegurar un buen funcionamiento, una matraca defectuosa o una llave que pueda romperse puede causar una lesión en las manos o alguna otra parte del cuerpo. El uso de dados defectuosos puede barrer algunos tornillos, lo cual nos impediría quitarlos intactos.

No se recomienda el uso de llaves ajustables (perico) dado que tienden a maltratar los tornillos.



Figura. 26 Llave ajustable

En ocasiones la adquisición de las herramientas es costosa pero con el paso del tiempo es una inversión. Si de momento no se cuenta con ciertas herramientas, se puede acudir a un taller especializado, como en el caso de la rectificación o la reparación de las cabezas por mencionar algunos.

Para la reconstrucción del motor se requieren las siguientes herramientas que son las más adecuadas para esta labor.

- Desarmadores plano y de cruz (Phillips), medianos (7 pulgadas).

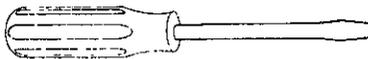


Figura. 27 Desarmador plano

- Llaves combinadas (españolas y estriás) milimétricas 8, 10, 13, 15, 17, 21 mm.

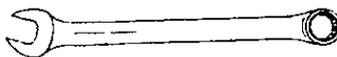
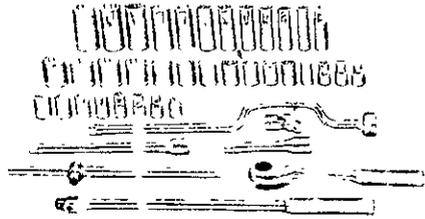
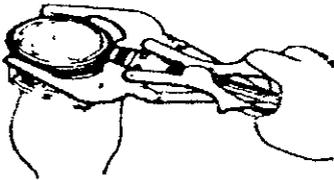


Figura. 28 Llave combinada

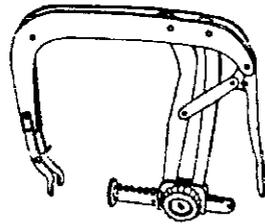
- Matraca de 3/8" o 1/2"
- Extensión para la matraca de 3/8" o 1/2" de 7 pulgadas de longitud.
- Dados milimétricos 8, 10, 13, 15, 17, 30 mm
- Maneral y dado de 35mm
- Martillo.
- Pinzas de presión
- Pinzas de punta
- Pinzas para seguros externos.
- Bruñidor de cilindros
- Compresor de anillos
- Opresor de resortes de válvulas
- Rectificador de asientos de válvulas.
- Pinzas de anillos
- Llave dinamométrica (torquímetro)



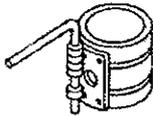
Juego de dados



Pinzas de anillos



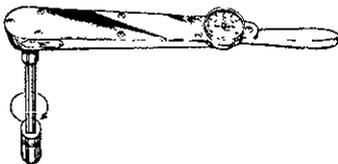
Opresor de resortes



Compresor de anillos



Pinzas de presión



Torquímetro



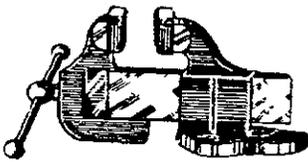
Pinzas de punta

Figura. 29 Herramientas recomendadas

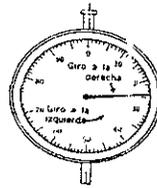
3.2.2 Equipo

Dentro del equipo también se recomienda seleccionarlo de buena calidad. Es indispensable contar con un área de trabajo adecuada y limpia lo cual nos facilitará la labor.

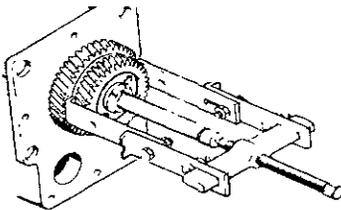
- Mesa de trabajo de altura suficiente para trabajar de pie, con un área de trabajo mínimo de 120 cm por 80 cm.
- Gato hidráulico de patín (con ruedas) de capacidad suficiente 1 tonelada mínimo.
- Soportes de piso o torres de seguridad para sostener el vehículo.
- Tornillo de banco abertura 25 cm.
- Soporte para motores. (opcional)
- Vernier y/o micrómetro
- Indicador de carátula
- Galgas de espesores.
- Extractor para engranes.



Tornillo de banco



Indicador de carátula



Extractor



Galgas de espesores

Figura. 30 Equipo

3.3 Desmontaje

Recuerde que una de las recomendaciones es la de separar los tornillos dependiendo de su posición, para recordar su posición durante el montaje

Para desmontar el motor del vehículo se deben seguir los siguientes pasos. algunos pueden ser lógicos y algunos pueden excluirse pero si no se es muy experto es conveniente seguir uno a uno los pasos

- Desconecte el cable negativo del acumulador (batería) del vehículo
- Drene todo el aceite del motor, por medio de la tapa de aceite ubicada debajo de este, en su parte media, retire los seis tornillos y retire la tapa. Una vez drenado el aceite regrese la tapa a su lugar y coloque los seis tornillos (10mm, 5 lb-pie)
- Retire el conjunto de filtro de aire del carburador. Se encuentra sujetado por medio de una abrazadera, puede aflojarse por medio de un desarmador plano o en algunos modelos con dado de 10 mm

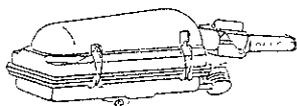


Figura. 31 Conjunto de filtro de aire

- Afloje el tornillo que sujeta el chicote del acelerador con el carburador. Una vez suelto el chicote se retira por debajo del vehículo jalándolo con todo y su funda para que no se maltrate.
- Desconecte la manguera de gasolina del motor teniendo en cuenta de taparla inmediatamente para evitar fugas, esto se debe realizar por debajo del vehículo ya que si separamos la manguera directamente de la bomba de gasolina al momento de bajar el motor nos estorbaría

Para tapar la manguera se puede utilizar un tornillo de diámetro adecuado para introducirlo dentro de esta.

- Desconecte los cables del generador, bobina, bulbo de aceite y carburador que forman un mismo arnés. Y colóquelos de tal manera que no estorben al momento de retirar el motor. Se pueden sacar del compartimento del motor por el lado izquierdo de éste

- Retire la banda del motor aflojando la tuerca de la polea del generador, para evitar que gire la polea, se hace palanca con un desarmador en las ranuras laterales de la polea.(21mm, 43 lb-pie) (Ver figura 32)

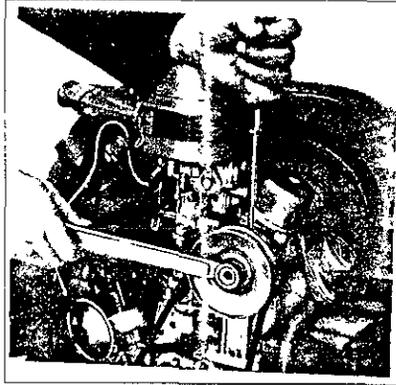


Figura. 32 Forma de retirar la polea del generador

- Retire la tapa del distribuidor y los cables de las bujías para evitar que se atoren o se rompan
- Retire la tolva que se encuentra al frente de la polea del cigüeñal (Ver figura 33)

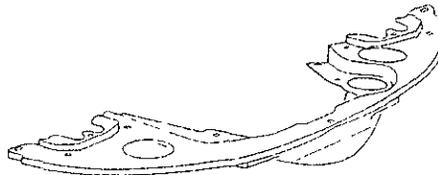


Figura. 33 Tolva delantera

- Con la llave de 17 mm destornille la tuerca que se encuentra detrás de la turbina por el lado derecho del compartimento del motor
- Levante el automóvil aproximadamente 60 cm del piso y sosténgalo con unas torres de seguridad
- Desconecte el termostato del motor. Se debe retirar la tolva que se encuentra por debajo del motor del lado derecho, se retiran los tornillos del soporte del termostato y se gira este para separar la varilla del termostato

- Desconecte los chicotes de los “colectores de aire caliente para la ventilación interior del vehículo”, localizados por debajo del motor sobre los tubos de escape. Se sostienen por medio de un sujetador igual al del chicote del acelerador
- Retire los conductos de aire.
- Coloque el gato debajo de la tapa de aceite del cárter que es aproximadamente a la mitad del motor
- Destornille la tuerca que se localiza cerca de la palanca del embrague. Para esto necesitará la matraca con la extensión (17 mm, 40 lb-pie)
- Destornille las dos tuercas restantes de 17 mm localizadas cerca de los soportes del motor.(ver figura 34)

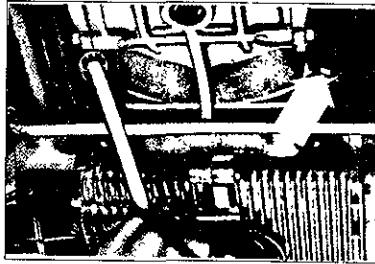


Figura. 34 Vista por debajo del automóvil

Ya retirados los tornillos, comience a jalar el motor de un lado a otro (derecha e izquierda) apoyándose de los tubos de escape. Se baja suavemente el gato hasta que el motor se separe de la caja de velocidades por completo.

- Baje el gato completamente y por último podrá deslizar el motor fuera del automóvil

3.4 Desensamble

Es conveniente montar el motor sobre un soporte para motores o una mesa de trabajo para él desensamble, para esto dos personas son suficientes para subirlo a la mesa tomando las precauciones debidas por el peso del motor

Con el soporte para motores se tiene la facilidad para el armado ya que el motor se puede mover en diferentes direcciones

3.4.1 Ventilador

Para poder retirar el ventilador se requiere haber quitado el termostato (3 l desmontaje) de lo contrario no se podrá retirar este.

- Para retirar caja del ventilador se requiere aflojar la abrazadera que sujeta al generador con su soporte (13mm, 43 lb-pie)

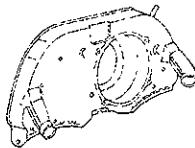


Figura. 35 Caja del ventilador

- Retire las dos tolvas del radiador de aceite o conductos de aire localizados del lado izquierdo del motor detrás de la caja del ventilador. (10 mm, 5 lb-pie)



Figura. 36 Tolvas del radiador de aceite

- Retire la tolva trasera del motor (10 mm, 5 lb-pie)

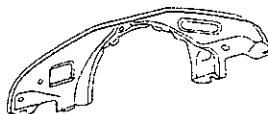


Figura. 37 Tolva trasera

- Retire los dos tornillos(uno de cada lado) que sujetan al ventilador con las tolvas de las cabezas, estos se encuentran cerca del múltiple de admisión (10 mm, 5 lb-pie)
- Sosteniendo por el generador levante el ventilador completo y sepárelo del motor

3.4.2 Carburador, bomba de gasolina, múltiple de admisión y distribuidor

- Para retirar el carburador, retire la manguera que conecta el carburador con la bomba de gasolina Quite las dos tuercas que unen al carburador con el múltiple de admisión y separe el carburador (13 mm, 14 lb-pie)
- Para retirar la bomba de gasolina, destornille las dos tuercas que la sujetan al cárter. Se quita la bomba con su brida y su varilla de empuje (13 mm, 14 lb-pie)
- Para retirar el múltiple de admisión, quite las cuatro tuercas (dos de cada lado) que sujetan al múltiple de admisión con las cabezas (13 mm, 14 lb-pie)
- El múltiple de admisión consta de tres piezas dos sujetas a las cabezas y una sujeta a la tubería de escape (precalentador de admisión) retire los tornillos pasantes del precalentador de admisión, que sujetan al múltiple de admisión con la tubería de escape Retire el múltiple (10 mm, 14 lb-pie)

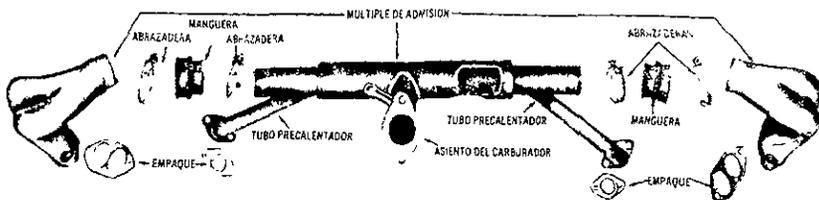


Figura. 38 Múltiple de admisión

- Retire las dos tolvas de los cilindros y cabezas.
- Afloje la abrazadera del distribuidor y retírelo (10mm, 10 lb-pie)

3.4.3 Embrague, polea del cigüeñal y volante de inercia

- Se desmonta el embrague por medio de 6 tornillos que lo sujetan al volante.
(13mm, 18 lb-pie)
- Para retirar la polea del cigüeñal se requiere quitar la tuerca que la sostiene y utilizando un extractor adecuado se retira del cigüeñal. (30 mm, 33 lb-pie)
- Para desmontar el volante de inercia se requiere utilizar alguna forma de inmovilizarlo. Esto puede lograrse utilizando un trozo de ángulo de acero de 1 00 metro de longitud aproximadamente. Se hacen dos perforaciones para poder atornillar el ángulo al volante. Una vez inmovilizado el volante se retira la tuerca que lo sostiene. Para separar el volante se debe golpear suavemente con un martillo teniendo cuidado de no maltratar los dientes de la corona. Como se muestra en la figura 39 (35mm, 217 lb-pie)

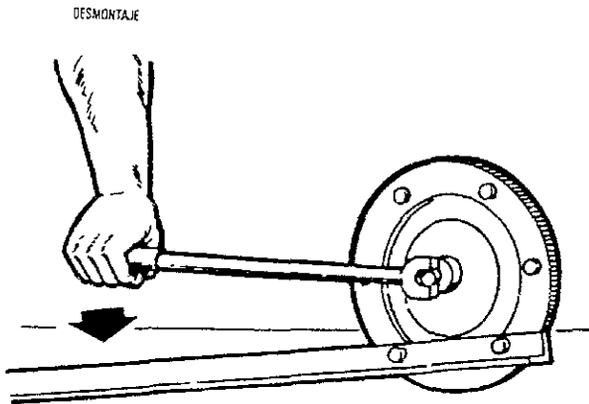


Figura. 39 Desmontaje del volante de inercia

Nota. Cuando quite el volante del motor, tenga cuidado de no dejarlo caer.

3.4.4 Tubos de escape

- Los tubos de escape se encuentran unidos por debajo del motor, por medio de una abrazadera con dos tornillos pasantes cada una. Retire estas abrazaderas con la llave adecuada. (10 mm, 14 lb-pie)

Cuando el sistema de escape no es el original hay ocasiones en que estos tubos se encuentran soldados, en cuyo caso se requerirá cortarlos o desoldarlos.

- Una vez separados los tubos de escape delanteros y traseros (pistones 1,3 y 2,4) se retiran los tubos de la cabeza. (13 mm, 14 lb-pie)

El silenciador abarca los cilindros 2 y 4 directamente, y para los cilindros 1 y 3 se utilizan las conexiones por medio de las abrazaderas antes descritas.

3.4.5 Cabezas de los cilindros

- Se retiran con su empaque las dos tapas que cubren las válvulas de las cabezas haciendo palanca con la grapa de sujeción y un desarmador
- Se quitan las dos tuercas que sostienen al eje de balancines con la cabeza. Y se retira este jalándolo (13 mm, 14 lb-pie)
- Se retiran las varillas de empuje de los balancines.
- Se destornillan las 8 tuercas que sostienen la cabeza, entonces se puede separar la cabeza de los cilindros (15mm, 23 lb-pie)
- Para retirar las válvulas se necesita el opresor de resortes de válvulas el cual nos permitirá comprimir el resorte y poder retirar los pasadores de la válvula. una vez retirados los pasadores (seguros) se puede extraer la válvula, el resorte, el sello y el reten (ver figura 40)

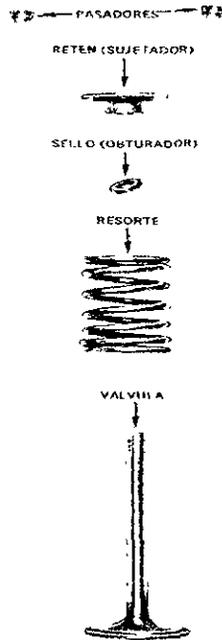


Figura. 40 Elementos de la válvula

3.4.6 Cilindros, pistones y anillos

Antes de quitar los cilindros se deben marcar con un cincel de punta para no cambiarlos de lugar al momento de la instalación. Una recomendación es efectuar un punto en el cilindro uno, dos puntos para el cilindro dos y así para los cuatro pistones.

- Los cilindros se pueden retirar jalándolos suavemente en dirección opuesta al motor.
- Al retirar los cilindros los pistones quedan sujetos por las bielas. Para desmontar los pistones es necesario quitar los seguros que retienen el perno de cada pistón, para retirar el seguro se utilizan unas pinzas de punta, cerrando los seguros y extrayéndolos del pistón.
- Se quita el perno del pistón golpeándolo suavemente. Y el pistón quedará libre.

Si el perno del pistón no se puede extraer con facilidad se puede calentar el pistón con un trapo sumergido en agua o aceite caliente

- Para desmontar los anillos se comienza con el anillo superior de compresión, se sujeta de un extremo y se extrae primero una punta y se va sacando de su ranura. Si cuenta con pinzas especiales para los anillos únicamente abra el anillo y extráigalo de su ranura correspondiente.

3.4.7 Cáster, cigüeñal y bielas

La mejor posición para desarmar el motor es en posición vertical con el lado derecho hacia arriba

- Coloque alambres para sujetar los levantadores de válvulas, introdúzcalos por los orificios de los tubos de las varillas de las válvulas
- Se deben quitar las 15 tuercas que unen las dos mitades del cáster (13mm, 14 lb-pie)
- Se quitan las 6 tuercas que unen el cáster y sostienen al cigüeñal. (15 mm, 25 lb-pie)
- Se quitan las 6 tuercas de 10 mm del colador de aceite y se retira este (10mm, 5 lb-pie)
- Se quitan las 4 tuercas que sostienen la bomba de aceite. (13mm, 14 lb-pie)
- Una vez quitadas todas las tuercas se golpea suavemente el cáster para aflojar la unión una vez que la unión del cáster se ha aflojado se retira la bomba de aceite y ya se pueden separar las dos mitades

Nota: Nunca inserte herramientas agudas de metal, cuñas ni cualquier otro dispositivo de palanqueo entre las mitades del cáster. Esto puede arruinar la superficie de contacto lo cual produciría fugas de aceite.

- Para desmontar las bielas del cigüeñal, se destornillan las dos tuercas que separan a la biela de su parte inferior, y se golpean suavemente los birlos de la biela (13 mm, 24 lb-pie)
- Para desmontar los engranes del cigüeñal, el de sincronización y el de tiempo, se requiere quitar el seguro que sostiene a los engranes se requiere pinzas para seguros externos, una vez quitado el seguro se extraen los engranes uno por uno con un extractor adecuado.

No golpee los engranes, solo utilice extractores o una prensa adecuada.

CAPÍTULO 4

RESTAURACIÓN DEL MOTOR

4.1 Generalidades

Durante el proceso de reparación los mecánicos utilizan términos de medidas como estándar o sobremedidas en 10, 20,30 y 40, es común la pregunta en que medida esta en estándar en 10, 20 etc Cuando se refieren a medida estándar se habla de la medida original de la pieza, es decir no se ha rectificado para una reparación, si la pieza se encuentra en 10 quiere decir que es la primera rectificación que se le realiza y tiene 0.10 plg. menos que la pieza original, por lo tanto cuanto mayor sea la diferencia entre la medida original y una medida después de la rectificación, mayor será el numero de sobremedida y por lo tanto el motor tiene más reparaciones realizadas

Para este proceso de reparación se asume que se siguieron todos los pasos del capítulo anterior y que todas las piezas se encuentran separadas y colocadas según su posición original, para facilitar el diagnóstico y montaje.

Cuando se detecte alguna pieza que se requiera cambiar, no se debe escatimar en precios ya que una pieza defectuosa o de mala calidad puede arruinar toda la reparación.

4.2 Reparación del cárter

4 2 1 Limpieza

Para limpiar el cárter se debe sumergir dentro de alguna solución especial para esta labor, ó se puede limpiar con gasolina o algún solvente, limpie tanto el exterior como el interior.

También se puede utilizar agua con jabón a presión, pero los resultados serán un poco deficientes.

Tenga mucho cuidado de limpiar perfectamente los conductos de lubricación, utilice aire comprimido para eliminar cualquier residuo que pudiera obstruir los conductos Certifique que todos los conductos se encuentren completamente libres

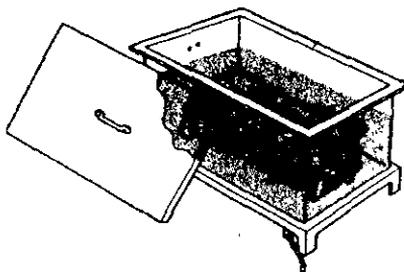


Figura.41 Cárter sumergido en un tanque especial

Se debe tener en cuenta que si el cárter fue sometido a una rectificación, pueden existir sobrantes del material y se deben de eliminar por completo

Las superficies de contacto entre las dos mitades del cárter se deben limpiar perfectamente de los residuos del sellador anterior, para realizar esta limpieza no se deben utilizar herramientas de metal ya que podrían dañar la superficie. Se recomienda lijar con una lija de N° 320 la superficie para un acabado final

4.2.2 Inspección

La inspección del cárter comienza con un minucioso examen visual, el cual nos guiará para encontrar posibles defectos. Cualquier grieta o deformación encontrada se debe considerar seriamente. Si se tiene alguna duda sobre las condiciones del cárter se deben cambiar las dos mitades

Se deben revisar los soportes de los cojinetes del cigüeñal y del árbol de levas para certificar que no existan juegos excesivos o deformidades en los pernos de sujeción, cualquier deformidad indica que se requerirá de una rectificación a una sobremedida

Durante esta inspección es de suma importancia la evaluación de todas las cuerdas de los tornillos del cárter para detectar cualquier cuerda en mal estado o que se encuentre totalmente barrida, cualquier cuerda que presente alguna alteración se debe de corregir

4.2.3 Reparación

La reparación del cárter comienza con la reparación de las cuerdas, existen en el mercado insertos para las cuerdas llamados Heli-coil estos insertos llenan el espacio sobrante entre la cuerda original y el tornillo. Para realizar estos insertos se debe hacer la cuerda a la sobremedida indicada, con un machuelo de diámetro adecuado, una vez realizada esta operación se introduce el inserto con una herramienta especial.

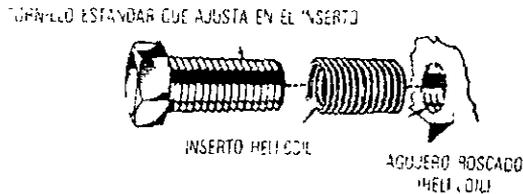


Figura. 42 Inserto Heli-coil

Si durante el proceso de inspección se detectaron problemas en el cárter, este requerirá de una rectificación, este proceso es muy delicado y requiere una herramienta especial por lo que se recomienda encomendar la labor total de reconstrucción del cárter a un taller especializado y con amplias referencias. En estos talleres también se ofrecen los servicios de limpieza y verificación de grietas del cárter.

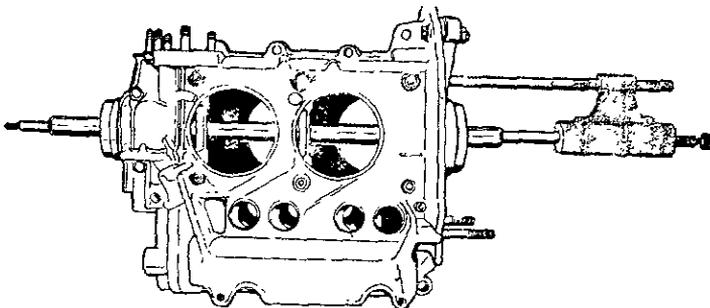


Figura. 43 Herramienta especial para rectificar el cárter

4.3 Reparación de las cabezas de los cilindros

4.3.1 Limpieza

La remoción de la carbonilla de las cabezas se realiza por medio de un cepillado. Utilice una herramienta rotativa (taladro eléctrico o neumático) a la cual se le incorpora un cepillo de alambre, durante esta limpieza también se deben cepillar los conductos de entrada y salida de la mezcla y gases de escape, respectivamente.

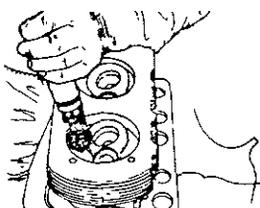


Figura. 44 Cepillado de las cabezas

Nota. “Se debe tener cuidado de no cepillar los asientos de las válvulas.”

Una vez cepillada la cabeza se debe limpiar perfectamente el polvo de carbón y los residuos provocados por el cepillado, se puede utilizar agua con jabón ó algún solvente y soplarla con aire comprimido.

4.3.2 Inspección

Revise las cuerdas de los birlos del sistema de admisión, de escape y de la base de los balancines, repare las cuerdas que se encuentren dañadas.

Revise la superficie en el vástago de la válvula en busca de imperfecciones que puedan dañar la guía de la válvula. Se pueden encontrar bordes los cuales si son muy pequeños se pueden eliminar por medio de un liado fino.

Revise detalladamente las válvulas de escape y de admisión. Las de escape son las que frecuentemente se quiebran por las altas temperaturas. Cambie las válvulas si se encuentra algún desperfecto. Se puede cambiar únicamente la válvula dañada y no por grupos, pero se debe considerar una inspección mas cuidadosa.

Inspeccione las cuerdas de las bujías y determine si se encuentran en perfectas condiciones o si requieren de un inserto.

Cerciórese que los asientos de las válvulas se encuentren en óptimas condiciones, que no tengan grietas o alguna señal de desgaste.

Mida el juego entre la válvula y su guía este juego no debe exceder los 0.08 mm si es mayor revise el desgaste de la válvula o su guía.

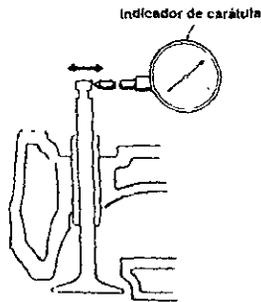


Figura. 45 Forma de medir el juego entre la válvula y su guía

El diámetro del vástago de la válvula debe ser de:

Válvulas	Medidas en mm
Diámetro del vástago de la válvula admisión	7.945 ± 0.005
Diámetro del vástago de la válvula escape	7.915 ± 0.005

(Datos de la tabla 8, página 26)

Si el diámetro del vástago de la válvula se encuentra dentro de especificaciones el problema debe estar en la guía.

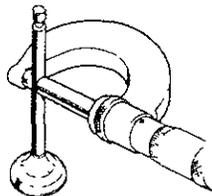


Figura. 46 Forma de medir el vástago

Mida la longitud del resorte de las válvulas con una carga de 54 Kg ésta debe ser de 31 mm si es menor cambie el resorte. (Ver figura 47)

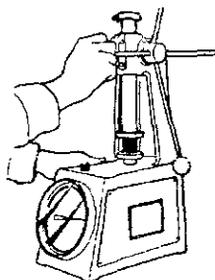


Figura. 47 Forma de medir la longitud del resorte

Verifique la cuadratura del resorte de la válvula usando una escuadra de acero y una superficie plana.

Si el resorte está fuera de "S" en la figura más allá del límite (más de 2 0mm), reemplace el resorte (Ver figura 48)

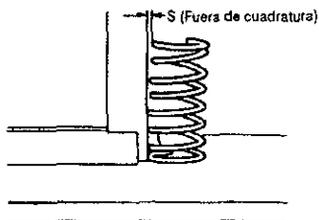


Figura.48 Cuadratura de los resortes

Mida el ovalamiento del vástago de la válvula éste no debe de exceder de ± 0.01 mm

Ovalamiento = $x - y$

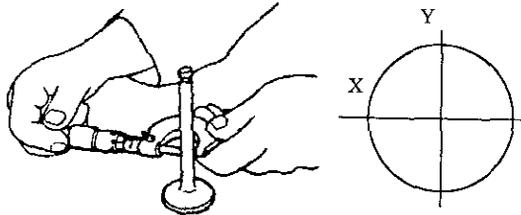


Figura. 49 Forma de medir el ovalamiento

4.3.3 Reparación

Para el cambio de las guías de las válvulas se pueden utilizar diferentes métodos. El primero consiste en extraer la guía por presión o golpeo, este método puede ocasionar fracturas en la cabeza. Otro método es el de taladrar la guía para reducir el espesor de sus paredes y así poder aliviar la presión que la sostiene a la cabeza.

Para la instalación de las guías nuevas es recomendable enfriar las guías por una hora aproximadamente en el congelador y calentar la cabeza a 190° centígrados aproximadamente. Una vez que se tengan las piezas con diferentes temperaturas se inserta la guía por medio de presión.



Figura. 50 Extracción por golpeo

Si se requiere rectificar o cambiar el asiento de las válvulas, considere que esta operación requiere de herramientas especiales por lo que es conveniente que esta reparación la efectúe un taller especializado

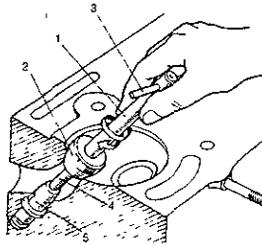


Figura. 51 Rectificado del asiento de una válvula

Una vez que se han rectificado los asientos de las válvulas se debe de efectuar un pulido del asiento de la válvula. Para esto se requiere colocar una pequeña cantidad de crema para pulir (Grasa de esmeril) de grado mediano entre la válvula y su asiento, se lubrica la guía y se gira la válvula en diferentes direcciones, derecha e izquierda, arriba y abajo para que el asiento se forme adecuadamente. Después utilice el mismo procedimiento pero utilizando crema para pulir de grado fino. Cuando termine de pulir los asientos limpie perfectamente la crema para pulir con gasolina.

El ancho del asiento "W" debe ser de 1 27 mm

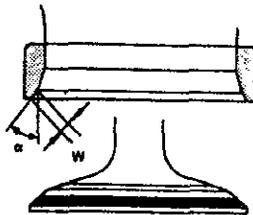


Figura. 52 Asiento de la válvula

Para revisar que las válvulas no tengan fugas, se coloca la bujía en su posición y se insertan las válvulas en su guía, coloque la cabeza en posición horizontal con la cabeza de las válvulas hacia arriba. Vierta un poco de gasolina o agua y certifique que no se filtre el líquido a los conductos de admisión o escape.

Si no se detectan fugas inserte el sello de la válvula, el resorte y los sujetadores, utilice el opresor de resortes.

Se debe considerar que en el mercado existen cabezas de cilindros a cambio. Estas se encuentran reconstruidas y listas para su colocación, si se considera el costo, son una buena opción y nos puede evitar mucho trabajo.

4.4 Reparación del cigüeñal

4.4.1 Limpieza

Limpie el cigüeñal con gasolina o petróleo, limpie todos los orificios de aceite y séquelos con aire comprimido, aceite ligeramente para que no se oxide.

4.4.2 Inspección

Realice una revisión visual en busca de grietas, ralladuras o algún problema visible.

Compruebe la flexión del cigüeñal con un indicador de carátula y dos soportes en "V". La lectura no debe de exceder los 0.05 mm si es mayor cambie el cigüeñal.

En la figura se puede ver la flexión.

La distancia que se mide con el indicador de carátula es el doble de la distancia "ℓ". (Ver figura 53)

$$\ell = \frac{0.05mm}{2}$$

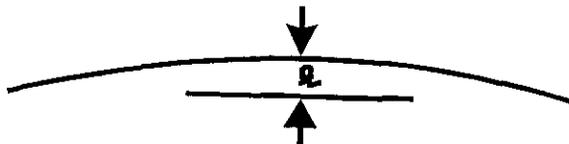


Figura. 53 Flexión del cigüeñal

Utilizando un micrómetro mida los muñones del cigüeñal para determinar su desgaste compárelos con los valores siguientes

Cigüeñal	Medidas en mm
Diámetro del muñón 1, 2, y 3	54 98 ± 0.01
Diámetro del muñón 4	39 99 ± 0.01
Diámetro del muñón de las bielas	54 98 ± 0.01

(Datos de la tabla 5, pagina 25)

Mida el ovalamiento de los muñones de los cojinetes y de las bielas este no debe ser mayor de. ± 0 03 mm (Ver figura 54).

Ovalamiento = x - y

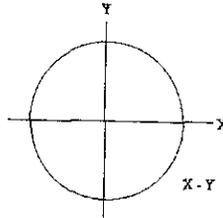


Figura. 54 Forma de medir el ovalamiento

4 4.3 Reparación

Cuando durante el proceso de inspección se encuentra algún defecto en el cigüeñal este deberá ser sometido a una rectificación, por lo tanto se requerirá de la asistencia a un taller especializado La rectificación de los muñones se debe realizar en juego y nunca rectificar un solo muñón

Si se no se detectaron problemas se puede efectuar un lijado fino sobre las superficies de los muñones para eliminar los residuos

4.5 Reparación de las bielas

4.5.1 Limpieza y reparación

Las bielas se desengrasan con algún solvente y se secan con aire comprimido

Todas las bielas se deben revisar a lo largo de su superficie para determinar si no existen grietas en el material.

Las bielas pueden sufrir torceduras debido a los grandes esfuerzos que soporta durante los ciclos de explosión. Para su reconstrucción se utilizan prensas especiales. Pero debido a su bajo costo es recomendable la sustitución de la biela cuando exista la evidencia de alguna torcedura.

Revise el juego entre el muñón del cigüeñal y la biela para esto utilice el "Plastigage" (Ver figura 55) Colóquelo sobre el muñón e inserte los cojinetes nuevos sobre la biela apriete al par especificado (13mm, 24 lb/pie). Revise la lectura esta debe estar entre 0.02 y 0.07mm

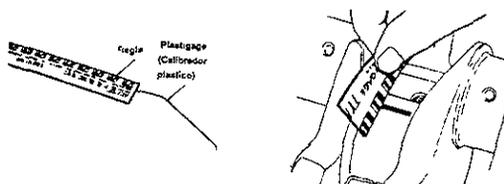


Figura. 55 Forma de medir el juego con "Plastigage"

Se deben pesar las bielas y no se debe de exceder los 10 gramos de diferencia entre bielas

Si se requiere igualar el peso de las bielas se puede eliminar material de la biela en las zonas donde se indica en la figura 56

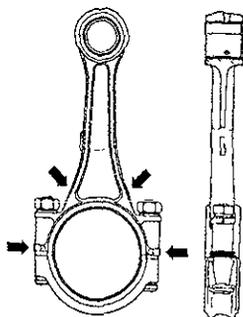


Figura. 56 Lugares donde se puede eliminar material

Mida el juego lateral insertando las galgas de espesores entre la biela y el cigüeñal la tolerancia máxima es de 0.7 mm si se excede se requerirá cambiar la biela o el cigüeñal

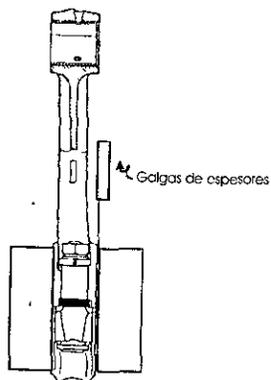


Figura. 57 Forma de medir el juego entre la biela y el cigüeñal

Inserte el buje del pistón dentro de la biela, debe entrar suavemente y no tener juego. Si tiene juego excesivo revise el perno o el buje la lectura debe ser de.

Pistones y anillos	Medidas en mm
Diámetro del perno del pistón	22.998 ± 0.002

(Datos de la tabla 6, pagina 25)

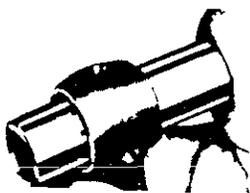


Figura. 58 Inserte el perno en la biela

4.6 Reparación de los cilindros, pistones y anillos

4.6.1 Recomendaciones

Es muy común que los cilindros se encuentren rayados, es decir con surcos producidos por el movimiento del pistón, si estos surcos son muy profundos será necesario cambiar el cilindro y su pistón, existen en el mercado conjuntos de pistones y cilindros, nuevos o reconstruidos que se encuentran rectificadas a una sobremedida, ya sea en 0 10, 0 20, etc La decisión respecto a los cilindros dependerá del presupuesto y de las condiciones de los pistones originales

Los pistones originales de fabrica de los motores Volkswagen 1600 son cóncavos, esto significa que tienen un cráter en su parte superior Existen pistones planos y convexos los cuales se utilizan para aumentar la relación de compresión y por lo mismo la potencia, pero también se aumenta la temperatura del motor, es conveniente si se va a hacer un cambio de todos los pistones y sus cilindros, cambiarlos por unos pistones planos los cuales nos darán mayor potencia y el aumento en la temperatura no es significativo.

El peso de los pistones debe de ser lo mas uniforme posible, y las diferencias de peso entre ellos no deberá exceder los 10 g

Si se ha decidido reparar los cilindros estos se deben mandar a un taller de rectificado para su restauración Cuando se rectifican los cilindros se elimina parte del material de las paredes y por lo tanto el juego entre el pistón y el cilindro aumenta, por lo que se debe revisar muy bien el juego final para saber si se encuentra dentro de especificaciones. La tolerancia máxima entre el pistón y el cilindro es de 0 05 mm

Revise el juego entre el pistón y su perno este debe entrar a presión con un martillo o una prensa si el perno entra libre cambie el pistón con todo y su perno.

Cuando se cambia el conjunto de pistones y cilindros por unos nuevos, por lo general los anillos, los pernos y sus seguros, son incluidos en el conjunto

4.6.2 Reparación de los cilindros

Si los cilindros se encuentran en buenas condiciones lo único que debemos realizar es un bruñido (pulido) de sus paredes. Para efectuar el bruñido se acopla el bruñidor de cilindros a un taladro eléctrico y se introduce dentro del cilindro, mueva el bruñidor hacia arriba y hacia abajo del cilindro para que se produzcan líneas entrecruzadas con una inclinación entre 50° y 60° aproximadamente (Ver figura 59). Una vez realizada la operación obtenga las dimensiones del cilindro. Limpie el cilindro con agua y detergente para eliminar los polvos abrasivos, séquelo y límpielo con un trapo húmedo en aceite de motor procure dejar una pequeña capa de aceite para proteger el cilindro de la oxidación.

Cuando se rectifique un cilindro los demás también deberán rectificarse, nunca utilice cilindros de diferentes diámetros.

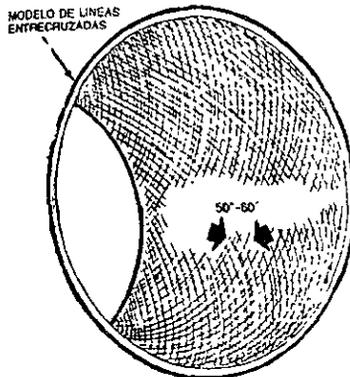


Figura. 59 Acabado final de los cilindros

4.6.3 Los pistones

Para limpiar los pistones de asientos de carbón se puede utilizar un pedazo de anillo viejo, este se frota sobre la superficie del pistón y así se elimina el exceso de carbón. Para limpiar las ranuras de los anillos también se utiliza el mismo pedazo de anillo, se introduce en las ranuras y se gira de un lado a otro para eliminar los asientos de carbón

Los pistones se deben limpiar con algún solvente para su inspección

Revise la superficie del pistón, cerciórese que no existan grietas o golpes producidos por algún elemento que haya entrado en el pistón. Revise la superficie de deslizamiento si tiene rayas cambie el pistón.

Mida el claro entre el pistón y el cilindro este se puede calcular obteniendo la diferencia entre el diámetro del cilindro y el diámetro del pistón (Tabla 6).

Pistones y anillos	Medidas en mm
Tolerancia entre el pistón y el cilindro	0.05 ± 0.01

(Datos de la tabla 6, pagina 25)

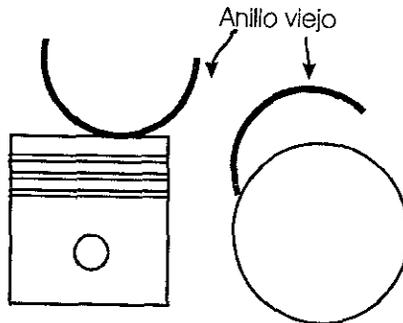


Figura. 60 Forma de limpiar el pistón

4.6.4 Los anillos

Es conveniente siempre que se realice una reconstrucción del motor cambiar los anillos por unos nuevos, ya que de ellos depende en gran medida una buena compresión y poco consumo de aceite. Una vez seleccionados los anillos se procede a confirmar las tolerancias dentro del cilindro y del pistón. Para comprobar la tolerancia del extremo de los anillos se deben introducir uno por uno dentro de su respectivo cilindro. Inserte el pistón dentro del cilindro en forma invertida. Introduzca el anillo hasta que tope con la superficie del pistón. Se utiliza el pistón dentro del cilindro para mantener el anillo en posición longitudinal al cilindro, la abertura de los anillos de compresión debe ser la que se muestra en la tabla 6

Pistones y anillos	Medidas en mm
Abertura entre los extremos de los anillos de compresión	0.37 ± 0.08
Abertura entre los extremos del anillo de aceite	0.32 ± 0.08

(Datos de la tabla 6, pagina 25)

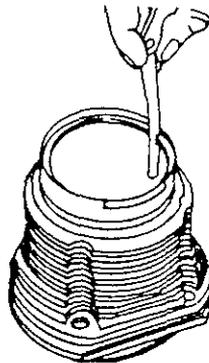


Figura. 61 Forma de medir el extremo de los anillos

Si la distancia entre las puntas del anillo es muy pequeña, podrían romperse los anillos debido a la presión ejercida. Se pueden limar los extremos para lograr una distancia adecuada.

Si la distancia no cumple las especificaciones cambie el anillo

Para comprobar la tolerancia lateral de los anillos, estos se deben introducir en sus respectivas ranuras en forma invertida y con una galga de espesores mida el juego (tabla 6)

Pistones y anillos	Medidas en mm
Tolerancia lateral anillo superior	0.08 ± 0.01
Tolerancia lateral del segundo anillo	0.06 ± 0.01
Tolerancia lateral del anillo de aceite	0.04 ± 0.01

(Datos de la tabla 6, pagina 25)

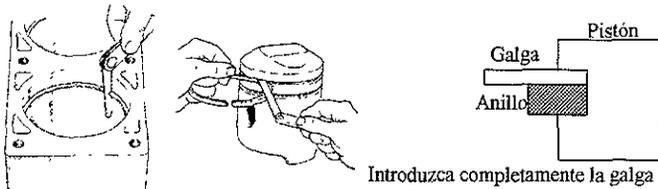


Figura. 62 Forma de medir el extremo y la tolerancia lateral de los anillos

4.7 Reparación del árbol de levas y sus levantadores

El árbol de levas no es reparable, lo único que se debe hacer es comprobar sus dimensiones

Revise la flexión del árbol Colóquelo sobre unos soportes en "V" y gírelo la lectura del indicador no debe de exceder los 0.04 mm

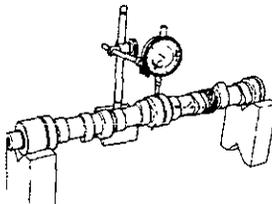


Figura. 63 Forma de medir la flexión

CAPÍTULO 5

ENSAMBLE Y MONTAJE DEL MOTOR

5.1 Ensamble

5.1.1 Recomendaciones

Se asume que se realizaron todas las revisiones de medidas y tolerancias antes de proceder al ensamble del motor cualquier medida fuera de especificación podrá causar daños a los componentes y se puede manifestar en mal funcionamiento del motor

El ensamble del motor es un proceso muy delicado al cual hay que dedicarle tiempo y paciencia. No debemos apresurarnos al ensamble ya que se pueden dañar algunas piezas nuevas y por lo tanto se requerirá de su sustitución

Es preferible tardarse mas tiempo armando y no perderlo solucionando problemas que pudieran resultar como fugas de aceite, piezas dañadas, calentamiento del motor, fugas de compresión, etc

En todas las piezas de contacto lubrique con aceite lubricante limpio, nuevo y de un grado SAE 30-40 procurando que sea el mismo que se utilizará para rellenar el cárter

Siempre que se desarme un motor se deben cambiar todas las juntas de empaque. Se venden juegos de juntas de motor los cuales contienen un conjunto completo. Nunca utilice juntas usadas, estas pueden producir fugas.

5.1.2 Procedimiento de ensamble

- Instale el volante de inercia sobre el cigueñal con el tornillo apretado únicamente con las manos. Esto es para facilitar la colocación de las bielas, los engranes de sincronización y el de distribución
 - Lubrique el muñón del cojinete N° 3 con aceite lubricante e inserte el cojinete
 - Caliente el engrane de sincronización aproximadamente a 80 ° C durante media hora. Inserte el engrane a presión hasta el tope con el cigueñal.
 - Inserte el separador que va entre el engrane de sincronización y el de distribución
 - Instale a presión el engrane de distribución
 - Instale el seguro exterior.
 - Lubrique el muñón del cojinete N° 4 e inserte el cojinete.
 - Introduzca el difusor de aceite teniendo cuidado de colocar la parte con diámetro mayor hacia afuera (lado de la polea)
 - Coloque la cufia de sujeción en su ranura (media luna).
 - Lubrique los muñones de las bielas del cigueñal con aceite lubricante
 - Coloque en su posición los cojinetes de las bielas
- Al instalar los cojinetes asegúrese que las perforaciones de lubricación de las bielas coinciden con las perforaciones de lubricación de los cojinetes.
- Coloque una a una las bielas apretando primero a 11 lb-pie y después a 24 lb-pie.

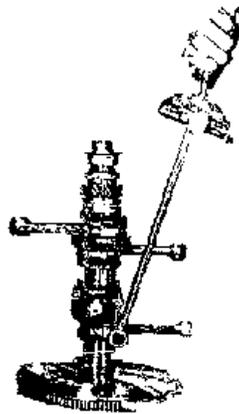


Figura. 65 Forma de apretar las tuercas de las bielas.

- Golpee con un punzón las orillas de las tuercas contra la biela para evitar que se llegaran a affojar por la vibración



Figura. 66 Forma de golpear con un punzón

- Separe el volante del cigüeñal
- Instale el cojinete principal N°1 en el cigüeñal el lado mas ancho del cojinete va hacia el lado del volante
- Coloque la parte izquierda del cárter sobre el soporte para motores, si no se cuenta con el soporte colóquela sobre una mesa de trabajo
- Coloque los pernos que evitan que giren los cojinetes sobre el cárter.
- Instale la mitad del cojinete principal N° 2 sobre el cárter y lubriquéla
- Sujutando por las bielas de los pistones 1 y 2 coloque el cigüeñal dentro del cárter y cerciórese que los cojinetes se alojen sobre sus pernos correspondientes



Figura. 67 Forma de insertar el cigüeñal

- Coloque los cojinetes del árbol de levas sobre el cárter y lubríquelos.
- Inserte los levanta-válvulas (Ver figura 68)



Figura. 68 Forma de insertar los levanta-válvulas

- Instale el árbol de levas tomando en cuenta la marca de sincronización que tiene el árbol y el engrane de sincronización. Tienen unos puntos colocados de un lado del engrane. El diente marcado con un punto se coloca en medio de los dos dientes marcados con un punto cada uno. (Ver figura 69)

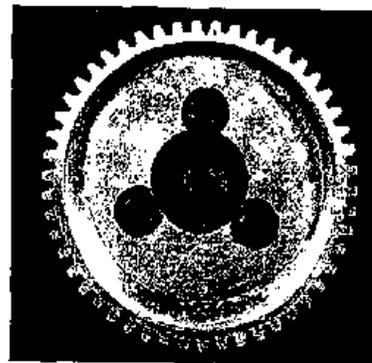
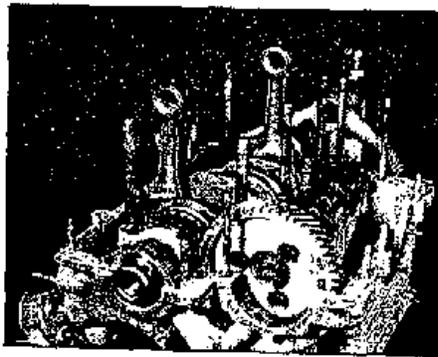


Figura. 69 Inserte el árbol de levas y sincronice con la marca de referencia

- Inserte los sellos "O" sobre los birlos del cárter.
- Aplique sellador entre las dos mitades del cárter, revise las indicaciones del sellador normalmente se requiere un tiempo de ventilación.
- Coloque el tapón que se localiza atrás del árbol de levas. También aplique sellador.

- Instale la otra mitad del cojinete principal N° 2, los cojinetes del árbol de levas y los levanta-válvulas en la mitad derecha del cárter.
- Coloque la mitad derecha del cárter del motor sobre la otra mitad (Ver figura 70)

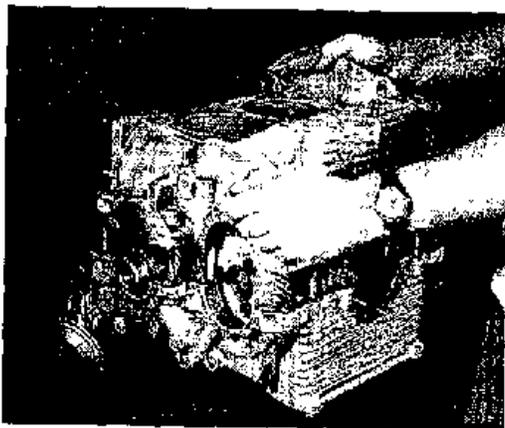


Figura. 70 Colocación de la mitad del cárter

- Instale las 6 tuercas de 15 mm y apriete a un par de 14 lb-pie. (Ver figura 71)
Los aprietes deben ser en forma cruzada.

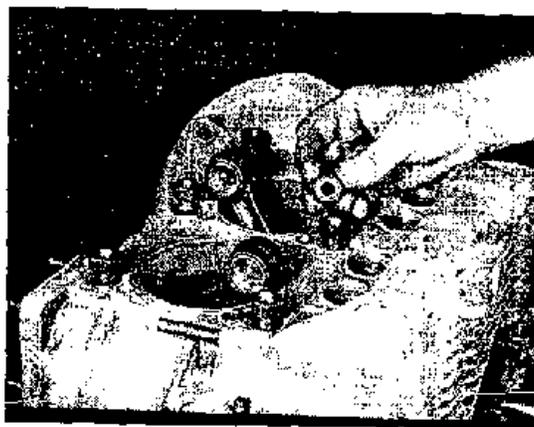


Figura. 71 Colocación de las tuercas del cárter

- Instale el volante de inercia con el tornillo apretado ligeramente.
- Verifique que el cigüeñal gire libremente apoyándose del volante de inercia. De no ser así revise los cojinetes y los muñones mádalos. La separación entre ellos debe ser de.

Cigüeñal	Medidas en mm
Holgura entre cojinete y cigüeñal	0.07 ± 0.03

(Datos de la tabla 4, pagina 25)

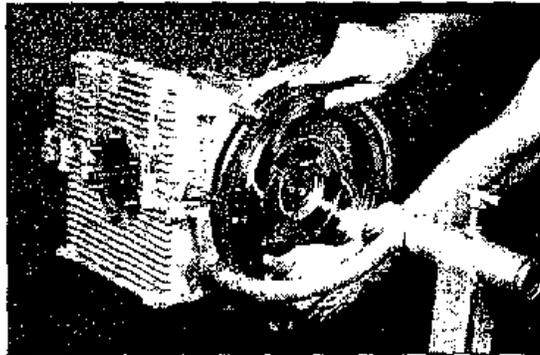


Figura. 72 Revise que el cigüeñal gire libremente

- Apriete las 6 tuercas de 15 mm (15mm, 25 lb-pie)
- Instale las tuercas de 13 mm que sellan el cárter comience con las tuercas de la parte baja del motor. Procure apretar en forma cruzada apriete primero a 9 lb-pie. El par de apriete final es de 14 lb-pie.

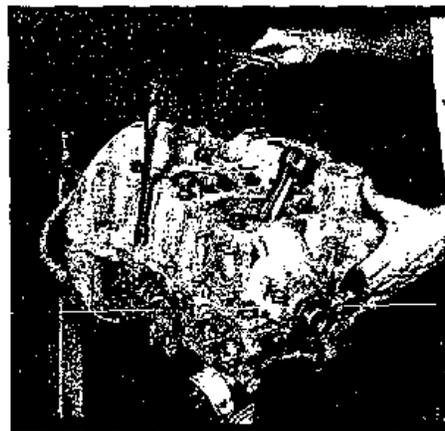


Figura. 73 Apriete las tuercas al par especificado

- Verifique nuevamente el giro del cigüeñal este debe de sentirse libre
- Quite el volante de inercia.
- Coloque el colador de aceite, las juntas y su tapa. (10 mm, 5 lb-pie)
- Coloque todos los birlos que sujetan a los cilindros y las cabezas.

Los birlos largos son para la parte inferior y los mas cortos para la parte superior.

- Instale los anillos de los pistones Utilice pinzas especiales para no dañar los anillos considere un ángulo entre las puntas de los anillos de 90 grados.

En la figura se muestran los anillos de izquierda a derecha, como se deben colocar en el pistón empezando de abajo hacia arriba. Primero el anillo de aceite y después los de compresión.

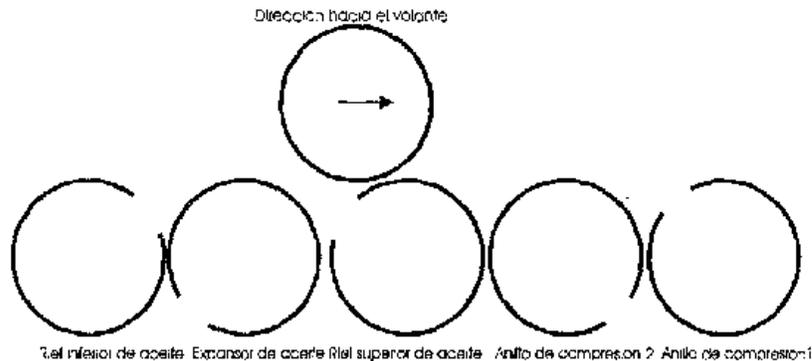


Figura. 74 Posición de los extremos de los anillos

- Inserte los pistones dentro de los cilindros utilizando el compresor de anillos. El pistón tiene una flecha sobre su cara superior la cual señala la posición del volante, considere esto al momento de instalarlos. Recuerde que si se están utilizando los mismos cilindros estos fueron marcados colóquelos en su posición original.

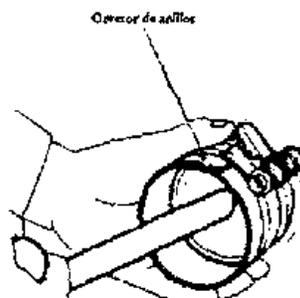


Figura. 75 Inserte los pistones

- Presione el pistón hasta que la parte inferior salga del cilindro y se pueda observar el orificio para insertar el perno
- Coloque las juntas de la parte inferior de los cilindros.
- Coloque el seguro del pistón N°1 del lado del volante de inercia, coloque el cilindro y el pistón en posición para que coincida el orificio del perno del pistón con la biela. Inserte el perno y el seguro restante. Inserte la camisa dentro del cárter.

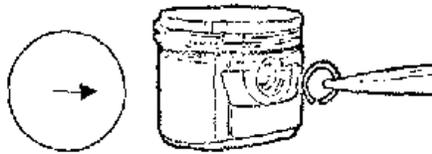


Figura. 76 Inserte el seguro del pistón

- Repita el procedimiento anterior para los pistones N°2, N°3 y N°4
- Coloque los dos deflectores de aire que van debajo de los cilindros 1 y 2, 3 y 4

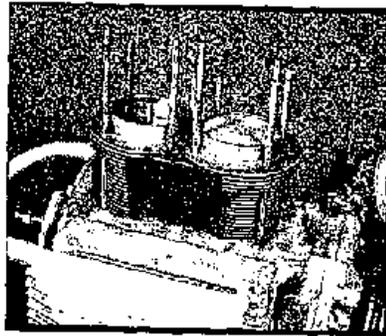


Figura. 77 Deflectores de los cilindros

- Sobre ponga la cabeza de los cilindros e instale los tubos de las varillas de empuje. Siempre utilice juntas nuevas

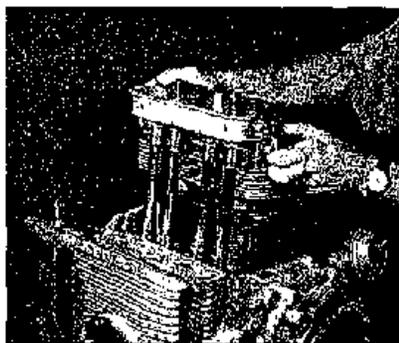


Figura. 78 Coloque las cabezas de los cilindros

- Coloque las tuercas y apriete en la forma que se indica en el orden I siguiendo la numeración apriete a 7 lb/pie, después apriete en el orden II al par final de 23 lb/pie.

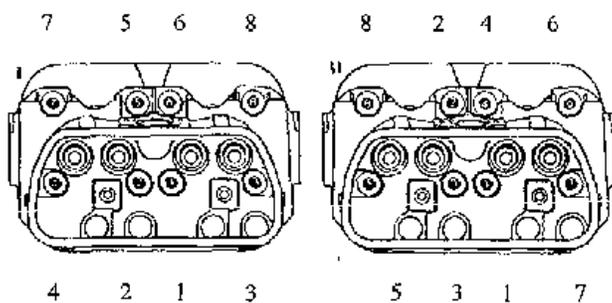
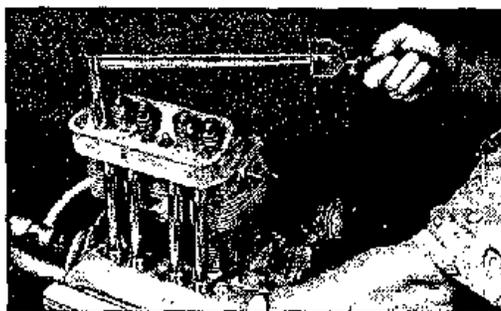


Figura. 79 Forma de apretar las cabezas de los cilindros

- Inserte las varillas de empuje de las válvulas.
- Coloque los balancines y apriete las dos tuercas.(13mm, 14 lb-pie)
- Repita el procedimiento para la otra cabeza
- Ajuste el juego entre la válvula y el balancín. Coloque el pistón N° 1 en su P.M.S las dos válvulas deben estar cerradas, ajuste el juego en frío (0.10 mm). Gire el cigueñal 180 ° ajuste las válvulas del pistón N°4, gire nuevamente 180 ° ajuste las válvulas del pistón N° 3, por último gire 180 ° y ajuste las válvulas del pistón N°2.

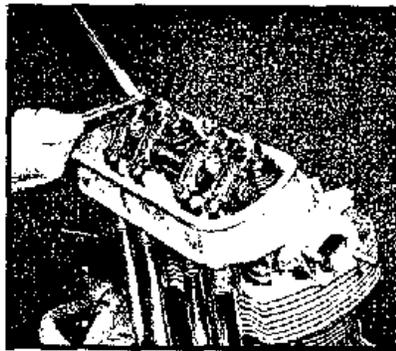


Figura. 80 Ajuste el juego de los levanta-válvulas

- Lubrique los balancines con aceite aplique una buena cantidad

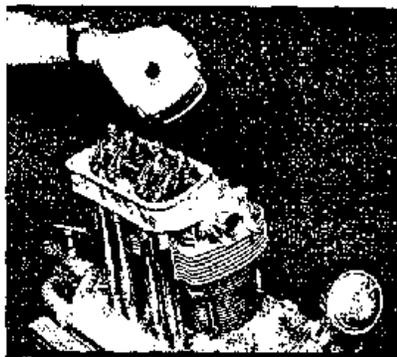


Figura. 81 Lubrique con aceite limpio

- Coloque las tapas de las cabezas, utilice juntas nuevas.
- Coloque el pistón Nº1 en su P.M.S e inserte el impulsor del distribuidor, como se muestra en la figura visto por arriba



Figura. 82 Impulsor del distribuidor visto por arriba

- Instale la bomba de aceite, con su tapa. (13mm, 14 lb-pie)

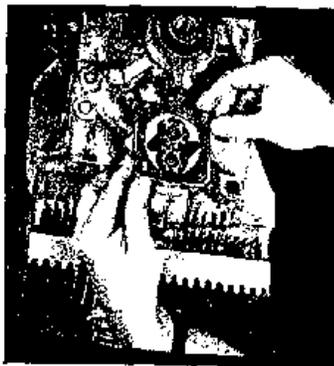


Figura. 83 Instalación de la bomba de aceite

- Instale el radiador de aceite (13 mm, 14 lb-pie)
- Coloque las dos tolvas de los cilindros y cabezas
- Coloque la tolva que va detrás de la polea del cigüeñal.
- Coloque la polea del cigüeñal. (30 mm, 33 lb-pie)
- Coloque la turbina, apriete la abrazadera y los tornillos laterales
- Instale la bomba de gasolina, su brida y la varilla de empuje.

- Instale el múltiple de admisión completo. (13 mm, 14 lb-pie)

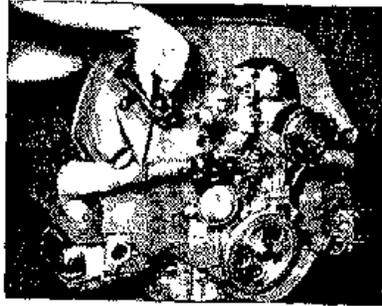


Figura. 84 Colocación del múltiple de admisión

- Coloque el carburador y realice la conexión de gasolina
- Instale el termostato del motor.
- Coloque la tolva trasera del motor.
- Instale el sistema de escape.
- Cambie el sello "O" del volante de inercia

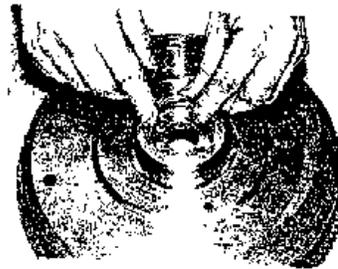


Figura. 85 Instalación del sello "O"

- Instale el reten de aceite del cigüeñal sobre el cárter

- Coloque el volante de inercia apriete y mida el juego axial del cigüeñal.
(35mm, 217 lb-pie)

Cigüeñal	Medidas en mm
Juego axial	0.10 ± 0.03

(Datos de la tabla 4, pagina 25)



Figura. 86 Apriete del volante de inercia (217 lb-pie)

- Coloque el conjunto de embrague. Centre el orificio dentado del disco con el centro de la tuerca del volante apriete al par especificado (13mm, 18 lb-pie)

5.2 Montaje

Para el montaje del motor se asume que se ha efectuado lo descrito por el punto 5.1 Ensamble.

- El primer paso durante el montaje es el de colocar el motor sobre el gato de patín y ubicar el motor por debajo del automóvil en la posición adecuada para poder regresarlo a su posición original
- Suba el gato lentamente en posición horizontal hasta que la flecha de la caja de transmisión se inserte en el orificio del embrague

Para realizar esta operación puede requerirse de movimientos laterales, tanto de subida como de bajada del motor y del gato

- Una vez centrada la flecha se procede a contrar los birlos que sujetan al motor con la caja por su parte posterior.
- Empuje el motor hacia la transmisión para que embone. Como la flecha tiene dientes que deben embouar en el disco de embrague gire el cigüeñal apoyándose de la polea para realizar este acoplamiento.
- Coloque las tuercas de los birlos inferiores (17mm, 40 lb-pie)
- Coloque el tornillo que se localiza cerca de la palanca del embrague, para esto se utiliza la matraca y la extensión. (17mm, 40 lb-pie)
- Coloque la tuerca localizada por detrás de la turbina del lado derecho del motor (17mm, 40 lb-pie)
- Por debajo del motor instale la manguera de gasolina, los conductos de aire caliente con sus respectivos chicotes. Introduzca el chicote del acelerador en el tubo que lo aloja.
- Instale la tapa del distribuidor, y coloque los cables de las bujías. Certifique que el orden de encendido este correcto 1-4-3-2
- Realice las conexiones eléctricas, de la bobina, el carburador y el generador.
- Instale la tolva delantera del motor
- Coloque la banda del generador
- Certifique que todos los elementos se encuentren conectados y fijos.
- Llene el cárter con aceite de grado SAE-30 ó 40. (2.57 lts.)
- Conecte el cable negativo del acumulador.

5.3 Arranque

Durante una reparación de motor un aspecto muy importante es el arranque del motor, antes de arrancar un motor se debe de verificar los siguientes puntos

- Nivel de aceite del motor.
- Tiempo de encendido.
- Cables de bujías.
- Abertura de los platinos.
- Nivel de combustible en el carburador.
- Mangueras de combustible.

Se debe recordar que durante el proceso de armado se empleo aceite para lubricar los cilindros y por lo tanto hay aceite dentro de las cámaras de combustión, por lo que se producirá humo al arrancar el motor.

Como la bomba de aceite y todo el sistema de lubricación se encuentran relativamente vacíos de lubricante es probable que la luz de advertencia de presión de aceite permanezca prendida unos cuantos segundos al momento del arranque.

Como los anillos y piezas en general no han asentado bien se puede tener ligero calentamiento durante el periodo de asentamiento y un poco de consumo de aceite

Lo mas importante para el arranque del motor es el tiempo de encendido, por lo que se recomienda seguir los siguientes pasos para la puesta a tiempo

- Coloque el cigüeñal en el punto de encendido del pistón N° 1, es decir con la marca de la polea de 7°1/2' A P M S. hacia arriba
- Mueva el distribuidor para que la punta de la escobilla marque hacia la ranura de indicación Y apriete suavemente el distribuidor

Nota. La escobilla puede marcar 180° de la ranura esto indica que el pistón N° 1 esta en su carrera de escape por lo que se debe dar un giro completo al cigüeñal (360°).

- Vacíe un poco de combustible por la garganta del carburador
- De marcha y arranque el motor manteniéndolo acelerado durante 30 segundos y apague el motor.
- Cerciórese que no existan fugas de combustible o aceite
- Arranque de nuevo el motor y póngalo a tiempo utilizando la lampara de tiempo.
- Mantenga el motor acelerado ligeramente hasta que alcance la temperatura de operación.

- Haga los ajustes necesarios al motor

Especificación	Valor
Tiempo de encendido	7.5 grados (A.P.M.S.)
Abertura de los platinos	0.041 mm - 47 °
R.P.M. ralentí	800

(Datos de la tabla 3, página 24)

Realice un ajuste del juego entre los levanta-válvulas y las válvulas, así como un cambio de aceite a los 1000 Km. recorridos.

CONCLUSIONES

Llegando al final de la presente tesis se pueden hacer las siguientes conclusiones:

- Los vehículos automotores en México tienen una duración mayor que en otros países, por lo que sus motores deben ser reacondicionados cuando cumplen un ciclo de vida útil, y se requiere seguir utilizando el mismo vehículo
- El motor Volkswagen 1600 enfriado por aire es un motor que tiene más de 60 años de su primer prototipo, y por lo sencillo y económico ha resultado un gran éxito de ingeniería y comercial
- La reparación de motores es un procedimiento delicado que requiere de procesos exactos y con márgenes muy pequeños de tolerancia, por lo que se necesitan equipos y herramientas específicos y de buena calidad
- Si se reacondiciona un motor en forma adecuada se puede tener la certeza que funcionará igual que uno nuevo y durará el mismo tiempo
- Con la ayuda de imágenes y tablas se tiene un acceso rápido a la información requerida durante el proceso de reconstrucción.

Por último esta tesis dará a la persona que se enfrente a una reparación de un motor Volkswagen 1600 enfriado por aire, una forma fácil y rápida para efectuar la reparación, y la oportunidad de disfrutar de un motor de bajo costo y perfectas condiciones de operación.

BIBLIOGRAFÍA

- “MANUAL DE REPARACIÓN Y AFINACION Volkswagen 1970-1979.”
King, Robert F Edit LIMUSA, S A. DE C.V México 1992 11ª Edición.
- “VOLKSWAGEN 1302S· 1600 ”
Traducción Weinstein Markovits, Miguel – Reider, Jerry R. Edit CECSA, México 1992.
12ª Edición
- “ MANUAL GASOLINA DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO 1979-87”
Tomo 4, Edit Metropolitana de ediciones S.A de C V., México 1992,
- “MANUAL PARA AJUSTE DE MOTORES Y CONTROL DE EMISIONES”
Tomo 1, Ellinger, Herbert – Halderman, James D. Edit. Prentice-Hall Hispanoamericana,
S.A., México 1992, 2ª Edición.
- “MOTORES DE COMBUSTION INTERNA”
Obert, Edward F Edit Cia Editorial Continental, S A de C V, México 1986, 16ª Edición
- “MECANICA DE LOS PEQUEÑOS MOTORES”
Crouse, William M. – Anglin, Donald L Edit Marcombo, España 1986
- “AUTOMOTIVE TECHNICIAN’S HANDBOOK”
Crouse, William H.- Anglin, Donald L Edit Mc Graw-Hill, Estados unidos de
Norteamérica 1979.
- “MECANICA DEL AUTOMOVIL”
Edit. Marcombo, España 1993, 3ª Edición
- “MANUAL DE DATOS TECNICOS PARA MOTORES A GASOLINA”
Edit. TF-Victor, 11ª Edición
- “ EL LIBRO DEL AUTOMOVIL”
Edit Reader’s Digest México, México 1975, 1ª Edición
- “ PREPARACION DE MOTORES DE SERIE PARA COMPETICION”
Gillieri, Stefano Edit. Editorial Ceac, S.A , España 1994