

72
2 ej.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN**

**INSERTOS ESPECIALES EN BANCADA
PARA MOTOR VW 1600**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A N :
MELENDEZ BETANCOURT RICARDO
SOTO CHAPARRO MIGUEL ANGEL

ASESOR: M.I. FELIPE DIAZ DEL CASTILLO RODRIGUEZ

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1998

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

264529



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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 14
MEXICO

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

FACULTAD
SEPC

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

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

DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

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 la TESIS:

"Insertos especiales en bancada para motor VW 1600"

que presenta el pasante: Ricardo Meléndez Betancourt
con número de cuenta: 8912183-8 para obtener el TITULO de:
Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicha tesis 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 15 de Abril de 1998

PRESIDENTE	Ing. <u>Daniel Hernández Pecina</u>	
VOCAL	Ing. <u>Filiberto Leyva Piña</u>	
SECRETARIO	Ing. <u>Felipe Díaz del Castillo Rodríguez</u>	
PRIMER SUPLENTE	Ing. <u>José Antonio Sánchez Gutiérrez</u>	
SEGUNDO SUPLENTE	Ing. <u>David García Carreto</u>	



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

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

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

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 la TESIS:

"Insertos especiales en bancada para motor VW 1600"

que presenta el pasante: Miguel Angel Soto Chaparro
con número de cuenta: 9156611-1 para obtener el TITULO de:
Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicha tesis 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 15 de Abril de 1998

PRESIDENTE	Ing. Daniel Hernández Pecina	
VOCAL	Ing. Filiberto Leyva Piña	
SECRETARIO	Ing. Felipe Díaz del Castillo Rodríguez	
PRIMER SUPLENTE	Ing. José Antonio Sánchez Gutiérrez	
SEGUNDO SUPLENTE	Ing. David García Carreto	

A LA MEMORIA DE MI PADRE:

Gregorio

Con una inmensa gratitud ya que por medio de su apoyo y confianza que me brindo desde la infancia me impulso a ser una persona de bien.

A MI MADRE:

Ramona

Por su incondicional apoyo y su comprensión cuando mas lo necesite.

A MIS TIOS:

Rafael, Margarita

Por su gran ayuda en el momento que mas lo necesite y que ayudaron a la terminación de mi carrera.

A MIS HERMANOS:

Sofia, Rene, Rocio

Por su gran apoyo en los momentos mas criticos de mi vida.

Ricardo

A MIS PADRES:

*Que el presente trabajo de tesis
represente la culminación de sus
esfuerzos y mi agradecimiento.*

MIGUEL ANGEL

INDICE

INTRODUCCION	1
--------------	---

CAPITULO 1 MOTOR DE COMBUSTION INTERNA

1.1.- Generalidades	2
1.2.- Tipos de motor	3
1.3.- Cilindrada	6
1.4.- Relación de compresión	7
1.5.- Potencia de un motor	7
1.6.- Funcionamiento del motor de cuatro tiempos	8
1.7.- Funcionamiento del motor de dos tiempos	12

CAPITULO 2 MOTOR VW 1600

2.1.- Historia	16
2.2.- Aspectos mecanicos del motor	17
2.3.- Combustibles	24
2.4.- Capacidad calorífica de la gasolina	25
2.5.- Relación aire-combustible	26
2.6.- Cambios de aceite del motor	27

CAPITULO 3 ANALISIS CUALITATIVO DEL MONOBLOCK VW 1600

3.1.- Descripción	29
3.2.- Partes principales del monoblock VW 1600	33

CAPITULO 4 REPARACION CONVENCIONAL

4.1.- Introducción	42
4.2.- Bancada del cigüeñal	42

CAPITULO 5 INSERTOS PARA BANCADA

5.1.- Introducción	51
5.2.- Necesidades	51
5.3.- Cálculo de fuerzas y esfuerzos en la bancada del monoblock	52
5.4.- Diseños de insertos para bancada	58
5.5.- Composición química de los materiales empleados	70
5.6.- Análisis y cotización de costos unitarios	72
5.7.- Ventajas y desventajas	74
5.8.- Resultados preliminares	75

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

INTRODUCCION

Una de las marcas de automóviles que en México se adquiere más año con año es **VW**, y entre los modelos más comunes de esta marca se encuentra el **VW sedan**.

El motor de VW sedán corresponde a la serie 1600, mismo que se utilizó hasta el modelo 1988 de la línea Caravelle (Combi), Hormiga, Safari, etc.

A pesar de las modificaciones sufridas como la ignición de encendido electrónico e inyección electrónica, el monoblock es el mismo que el de hace 20 años. De igual forma, sigue siendo popular debido a que este tipo de motor es muy económico en el consumo de combustible (4 pistones) y también a lo que se refiere a mantenimiento general.

Una de las desventajas del motor VW 1600 es que el material con el cual se construye es una aleación de magnesio-aluminio, lo que lo hace moderadamente blando, el problema que esto genera, corresponde a la bancada o soporte del cigüeñal. Debido a que el cigüeñal es un elemento que transforma la energía de la combustión en un par mecánico y siempre está sujeto a vibraciones en dirección radial (por parte de los pistones) y longitudinalmente debido al empuje del sistema de embrague y retroceso.

La bancada del motor tiende a sufrir desgaste en ambos sentidos como desbanque (movimiento longitudinal del cigüeñal sobre la bancada del monoblock), lo cual tiende a generar vibraciones, fugas de aceite, pérdidas de presión, desgaste excesivo en pistones, camisas, árbol de levas, cigüeñal etc. Debido a estas características, este tipo de motor se considera desechable.

La investigación a realizar en la presente tesis considera la opción de reparar los daños propios del funcionamiento, y aprovechar hasta el máximo un monoblock VW 1600 mediante el uso de insertos en la bancada. Las características, formas y materiales se determinarán mediante la investigación y experimentación.

CAPITULO 1

MOTOR DE COMBUSTION INTERNA

1.1 Generalidades

Los motores de combustión interna son aquellos en que el trabajo se produce aprovechando para ello el calor desarrollado al quemarse un combustible como la gasolina en una cámara cerrada, en la cual se producen gases producto de la combustión y calor. El calor hace aumentar la temperatura y la presión de los gases, originando una tendencia a expandirse (aumentar de volumen); esta tendencia puede transformarse en el movimiento de un mecanismo y este aprovecharse como fuente de energía o fuerza motriz.

En la figura 1.1 se muestra esquemáticamente la disposición de un motor de combustión de émbolo, que son generalmente, los más empleados en los automóviles. En una cámara cilíndrica C, se realiza una mezcla de combustible y aire, con la cual se eleva la presión en esta cámara, y el émbolo E es empujado hacia abajo transmitiendo, por medio de la biela B, el movimiento a esta manivela (cigüeñal), con lo cual se transforma en un movimiento de giro del eje J, la energía de giro acumulada en un volante V, solidario del eje, hace que este siga moviéndose empujando el émbolo hacia la parte superior del cilindro, que se ha puesto en este momento en comunicación con la atmósfera y expulsando así los gases quemados. Cuando el émbolo ha llegado a su parte superior, el mecanismo se halla en las mismas condiciones que al principio y puede repetirse el ciclo.

- A: CARTER SUPERIOR CON BLOQUE DE CILINDROS.
- B: BIELA.
- C: CAMARA DE CILINDRO .
- D: CARTER INFERIOR O DE ACEITE.
- E: EMBOLO O PISTON.
- F: CULATA.
- G: BUJIA DE ENCENDIDO.
- H: VALVULAS.
- J: CIGÜEÑAL.
- V: VOLANTE.

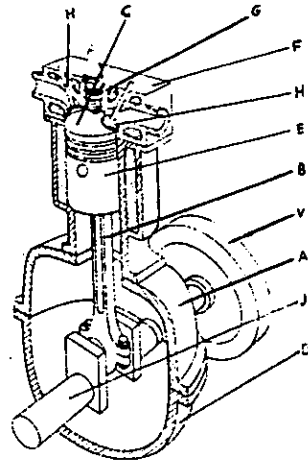


Figura 1.1.- Motor de combustión interna

1.2 Tipos de motor

En la práctica los motores de combustión se presentan en muy diversas formas constructivas y de funcionamiento, tal y como se muestra a continuación:

1.- Según el combustible empleado en:

- A) Motores de gas: Cuando queman combustible gaseoso, tales como el gas pobre, el acetileno o gas L.p.
- B) Motores de gasolina: En los cuales el combustible utilizado es un líquido muy volátil derivado del petróleo.
- C) Motores de aceites pesados: Cuando se alimenta con gasoil o fueloil.

2.- Según la forma de realizar la combustión en :

A) Motores de explosión: En los cuales el combustible y el aire mezclados se introducen juntos en el cilindro, se comprime y una vez comprimidos se hacen saltar una chispa eléctrica que provoca la explosión de la mezcla.

B) Motores Diesel: En los cuales se introduce primeramente aire sólo en el cilindro, se comprime el aire, y después se introduce el combustible finamente pulverizado, que se quema al encontrarse con el aire comprimido y caliente que hay en el cilindro.

3.- Según el número de carreras (subidas y bajadas) del émbolo, que componen el ciclo completo del funcionamiento del motor.

A) De dos tiempos: Cuando el émbolo baja y sube una sola vez por cada ciclo de combustión.

B) De cuatro tiempos: Cuando el émbolo baja y sube dos veces por cada ciclo de combustión.

4.- Según el número de cilindros:

A) Monocilíndricos: Si tiene un solo cilindro en donde se produce la combustión.

B) Policilíndricos: Si tiene dos o más cilindros en que se produce la combustión.

De los motores policilíndricos los más comunes son los de cuatro, de seis y de ocho cilindros.

5.- Según la disposición de los cilindros.

Si son de un cilindro pueden ser:

Verticales, horizontales, inclinados, según sea la posición en que este el cilindro.

Si son de varios cilindros pueden ser :

En línea, cuando los cilindros están colocados en paralelos y uno a continuación de otro; en V, opuesto; en estrella; y habiéndose fabricado algunos en H.

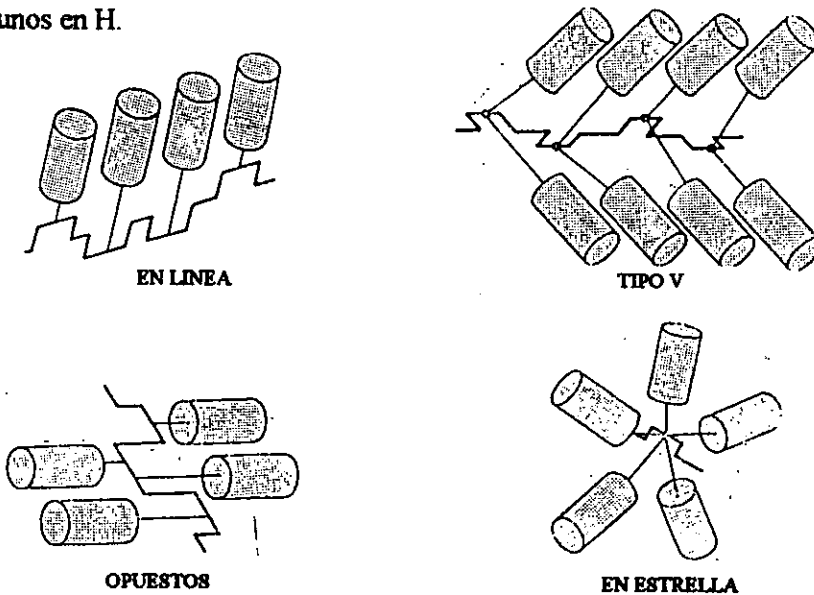


Figura 1.2.- Colocación de cilindros y bloques

Los motores más empleados en los automóviles son los de cuatro tiempos y cuatro cilindros.

Para motores de mayor cilindrada se acude a los ocho cilindros. Como quiera estos motores serían excesivamente largos si los cilindros estuvieran colocados en línea, por lo que se recurre a colocarlos en V.

Los motores de dos tiempos son rarísimamente utilizados para el automóvil aunque hay muchos precedentes históricos y todavía existen algunas marcas europeas del Este que los fabrican, su principal inconveniente es el alto consumo y su elevado índice de contaminación, aunque en pequeñas cilindradas se obtenga potencias proporcionalmente superiores a los motores de cuatro tiempos.

Los motores de dos cilindros se utilizan para motores de automóviles muy económicos y en muy contados modelos.

En cuanto a los camiones, autocares y autobuses, potenciados en la gran mayoría de los casos por los motores diesel de elevada cilindrada, son comunes los motores de seis, ocho y doce cilindros.

1.3 Cilindrada

A la suma de los volúmenes de todos los cilindros de un motor se le llama cilindrada. Como en un motor los cilindros son todos iguales para calcular la cilindrada del motor basta calcular el volumen, o sea, cabida y capacidad de uno de los cilindros y multiplicarla por el número de cilindros en el motor; para realizar este cálculo, se considera como volumen de un cilindro, el volumen del mismo comprendido entre la posición de la cara superior del émbolo cuando esta en el punto muerto inferior, y la posición de la misma cuando esta en el punto muerto superior.

El volumen de un cilindro se calcula por medio de la fórmula :

$$V = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot L}{4}$$

Donde:

V= Volúmen (cm³, pul³, litros).

D= Diametro.

L= Carrera.

1.4 Relación de compresión

Esta relación nos sirve para poder saber la compresión máxima que puede existir dentro de la cámara de combustión, ya que este determina también la potencia del motor por la que se dice que la relación de compresión es igual al cociente del volúmen del cilindro más el volúmen de la cámara de explosión dividido por el volúmen de la cámara de explosión.

Para calcular la relación de compresión se emplea la fórmula siguiente:

$$Rc = \frac{Vc + Vce}{Vce}$$

Donde:

Rc= Relación de Compresión.

Vc= Volúmen del Cilindro.

Vce= Volúmen de la Cámara de Combustión.

1.5 Potencia de un motor

Se llama potencia a la cantidad de trabajo que puede realizar por unidad de tiempo. Cuanto más potente es el motor de un coche, más peso puede arrastrar a la misma velocidad.

La potencia de un motor se ha de medir en Kilowatts (Kw o en hp), aunque también se sigue midiendo en caballos de vapor (CV). Entre KW y CV existen las siguientes relaciones :

$$1KW = 1.36 CV$$

$$1CV = 0.736 KW$$

La potencia que proporciona un motor en marcha depende del número de revoluciones o vueltas que da el cigüeñal por minuto y aumenta a medida que aumentan las revoluciones, hasta llegar a un número determinado, después del cual disminuye otra vez.

La potencia máxima que indican los fabricantes, no suele ser la máxima que es posible obtener del motor sino la máxima a la que el funcionamiento es correcto y las revoluciones a las que es posible obtener tal potencia.

También conviene distinguir la potencia teórica o física, que se determina según ciertas fórmulas y depende de la cilindrada de cada motor, de la potencia efectiva o que realmente tiene el motor que depende de la cilindrada de la relación de compresión y de otros detalles constructivos.

1.6 Funcionamiento del motor de cuatro tiempos

Aquí se describe el ciclo teórico (figura 1.3a) y real (figura 1.3b) del comportamiento de un motor de combustión interna, y también se analiza la diferencia que existe entre ellos, que particularmente es por los avances y retardos diversos, los cambios de calor, diferentes cargas, variaciones de velocidad, entre otras que son menos importantes, observándose en la Figura 1.3 las diferencias:

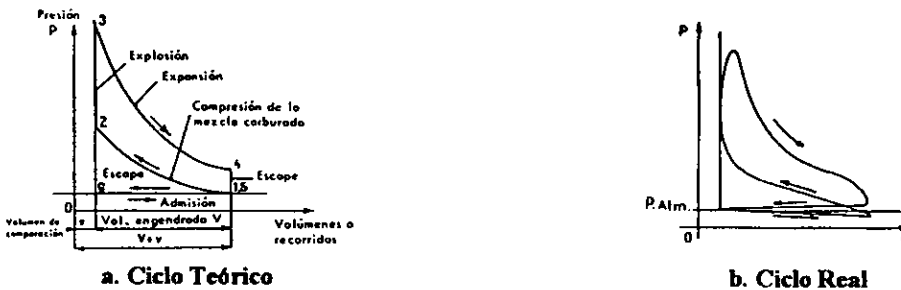


Figura 1.3 Ciclo Teórico y Ciclo Real

A continuación se explica el comportamiento de las curvas en la práctica, y el funcionamiento de un motor con ciclo de cuatro tiempos el cual se realiza de la siguiente forma :

Una máquina de combustión interna de las más usadas en la actualidad (específicamente motores a gasolina) es la que describe el ciclo Otto, y el primero que lo propuso fué el Ingeniero Beau de Rochas. Una máquina de combustión interna que trabaje con forme al ciclo de Otto es la representada en la Figura 1.4:

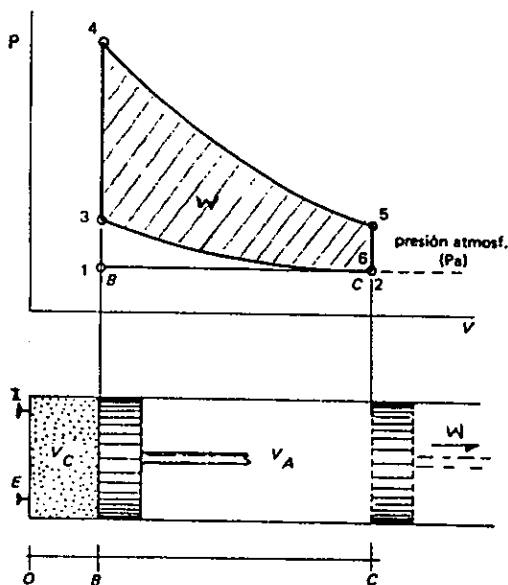


Figura 1.4 Diagrama presión volumen

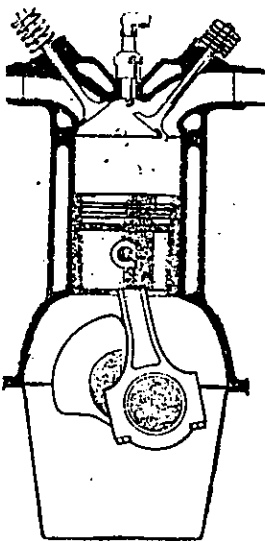
Basándose en el funcionamiento de un cilindro; constituido por dos válvulas en la cabeza: la válvula de admisión (I) que comunica el cilindro con el depósito de la mezcla explosiva (combustible-oxígeno) y, la válvula de escape (E).

De acuerdo a las variaciones de la presión y el volúmen, nos apoyaremos en la gráfica correspondiente al proceso de la cámara de combustión. En la gráfica P-V la línea horizontal de puntos representa la línea de la presión atmosférica (P_a). Las líneas verticales de puntos corresponden a las posiciones del émbolo de los dos puntos muertos. La distancia BC representa la carrera del émbolo y por consiguiente, también el volúmen de activo V_a . la distancia OB representa el volúmen de compresión V_c . Estando el émbolo en el punto muerto o límite de la izquierda, teóricamente se considera que la admisión de la mezcla explosiva se verifica a presión atmosférica. Este tipo recibe el nombre de admisión, en el diagrama se representa por la línea horizontal 1-2, que coincide con la línea P_a . Al llegar el émbolo al punto muerto de la derecha se cierra la válvula de admisión I, y se inicia la carrera de regreso, comprimiendo a la mezcla explosiva; si se supone que el cilindro es aislante, la compresión será adiabática (calor constante), y terminará cuando el émbolo llegue al punto muerto de la izquierda. Este tiempo recibe el nombre de compresión y está representada por la adiabática 2-3. El volúmen que ocupa la mezcla comprimida se representa V_c , que generalmente varía entre 12% y un 30% del volúmen activo V_a del cilindro.

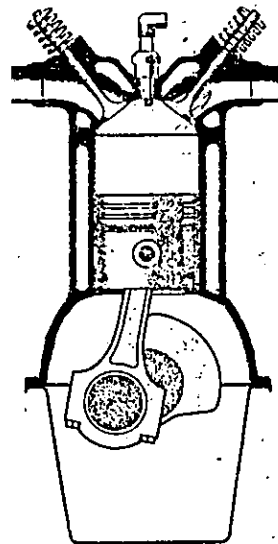
Al llegar el émbolo al punto 3, se tiene una mezcla comprimida y a una elevada temperatura. Por medio de una chispa eléctrica se inicia la combustión en este momento, la cual se supone es instantánea; la temperatura aumenta considerablemente y como el volúmen ha permanecido constante; Este proceso es el de ignición pero no constituye un tiempo, y está representado por la isométrica (volúmen constante) 3-4.

El émbolo inicia su carrera de izquierda a derecha aumentando el volúmen de los gases. Si se supone que el cilindro es aislante, la expansión

será adiabática y terminará cuando el émbolo llegue al punto muerto de la derecha. Durante este tiempo recibe el nombre de expansión, y ésta representado por la adiabática 4-5. La presión en el punto 5 es baja, pero mayor a P_a . Al llegar el émbolo al punto muerto de la derecha, se abre la válvula de escape e. Como la presión en porcentaje es mayor, los gases quemados selen al exterior hasta que la presión en el cilindro sea ligeramente superior a P_a . En esta primera parte del escape se verifica a volumen constante. pasando del punto 5 al 6, que coincide con 2. En este momento el émbolo empieza su carrera de regreso, verificandose el escape a P_a . Esta segunda parte del escape está representada por la isobárica 6-1. Este tiempo recibe el nombre de escape.

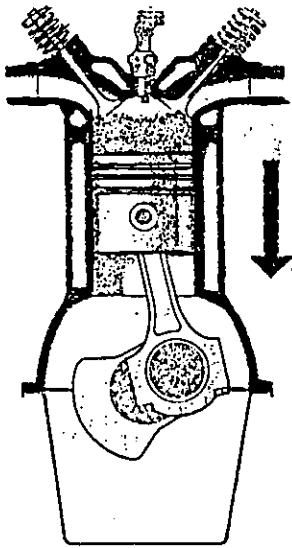


a. Tiempo de admisión

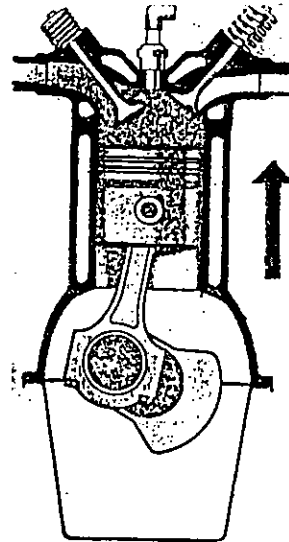


b. Tiempo de compresión

continua



c. Tiempo de explosión



d. Tiempo de escape

Figura 1.5.- Ciclo de trabajo de un motor de cuatro tiempos.

1.7 Funcionamiento del motor de dos tiempos

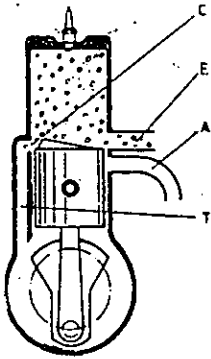
La disposición de los motores de dos tiempos es bastante diferente de la de los motores de 4 tiempos, no existiendo entre ellos las válvulas.(figura 1.6a.) El cárter no se emplea como depósito de aceite, es de pequeñas dimensiones y esta herméticamente cerrado. El cilindro lleva en su parte baja dos ventanas o lumbreras, una de ellas, B, comunica con la atmósfera y es la de escape, la otra, C, comunica con el cárter por un tubo T; el cárter tiene una lumbrera A, por la cual llega la mezcla del combustible y el aire. En la figura 1.6b el émbolo se mueve hacia arriba comprimiendo la mezcla y manteniendo cerrada las lumbreras; al llegar a un punto determinado de esta carrera de compresión, se abre la lumbrera A y comienza a entrar la mezcla del cárter figura 1.6c; al llegar al punto muerto superior, se produce la explosión de la

mezcla y los gases comprimidos empujan el émbolo hacia abajo (figura 1.6d) produciendo el movimiento del cigüeñal; durante parte de esta carrera sigue entrando mezcla en el cárter, hasta que el émbolo acaba de cerrar la lumbrera A, continuando la carrera de descenso comienza a abrirse la lumbrera E de escape (figura 1.6e) y los gases quemados salen por ella; un poco después comienza la entrada en el cilindro de la mezcla comprimida en el cárter al abrirse la lumbrera C (figura 1.6f), estos gases empujan y barren los gases quemados, quedando el cilindro lleno de la mezcla de combustible y el émbolo en el punto muerto inferior en disposición de comenzar el ciclo.

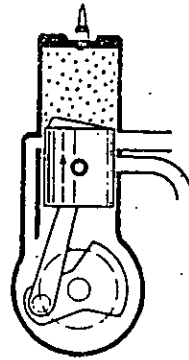
Para que el barrido de los gases quemados sea lo más perfecto posible y el cilindro quede bien lleno de la mezcla combustible-aire fresco, el émbolo lleva un resalte, denominado deflector, y en otros casos las formas de las lumbreras es tal que los gases entran siguiendo un recorrido semejante a aquel que les obligaría el deflector.

Los motores de dos tiempos son pocos utilizados en los automóviles, como ya se ha dicho; pero en las motocicletas de pequeñas cilindradas son todavía muy populares.

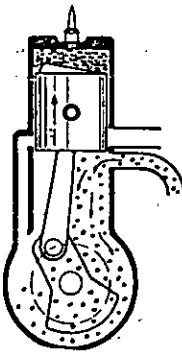
No se olvide que los motores de dos tiempos son usados, además, en motosierras, motores fuera de borda, cortadoras de césped, karts y por supuesto, es un ciclo que también se utiliza en los motores Diesel, los cuales pueden ser también de dos tiempos, además del de cuatro tiempos que ya citamos. Los motores Diesel de dos tiempos, sin embargo, se utilizan en motores de cilindradas grandes, como son los motores de propulsión de buques con los que se consiguen hasta 50,000 CV, y más.



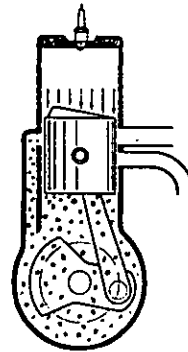
a. Funcionamiento del motor de dos tiempos



b. Posición de compresión

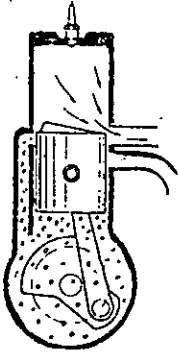


c. Posición de compresión y de admisión al cárter

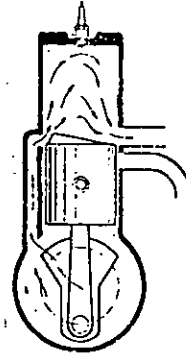


d. Posición de explosión y precompresión del cárter

continua



e. Posición de escape



f. Posición de paso de la mezcla fresca del cárter a la parte alta del cilindro

Figura 1.6.- Ciclos de trabajo de un motor de dos tiempos.

CAPITULO 2

MOTOR VW 1600

2.1 Historia

En 1932, Ferdinand Porsche fabricó uno de los prototipos para la compañía N.S.U. de Alemania, que finalmente condujeron al diseño del Volkswagen. Los prototipos tenían motor enfriado por aire instalado en la parte trasera, suspensión de barra de torsión y la llanta de repuesto montada en posición inclinada en el compartimiento delantero del equipaje. En 1936, Porsche produjo tres prototipos del auto Volkswagen, uno de los cuales era un automóvil de cuatro cilindros horizontalmente opuestos, de 995 c.c..

La etapa de perfeccionamiento del auto para pasajeros se suspendió durante la Segunda Guerra Mundial, época en la que toda la atención se enfocó en los vehículos militares. En 1945 comenzó la producción de Volkswagen y se construyeron 1785 Beetles.

El Volkswagen convertible salió al mercado en 1949, el mismo año en el que sólo dos Volkswagen se habían vendido en Estados Unidos. El año 1950 marcó el comienzo de los modelos con toldo parcialmente translúcido y la serie para transporte. El Karmann Ghía se introdujo en 1956, y conservó su mismo modelo básico hasta su desaparición, que ocurrió en 1974. El modelo Squareback 1500 se introdujo en los Estados Unidos comenzando en los modelos 1971. En 1977 marco el último año de Beetle. El Beetle convertible y la vagoneta son los únicos dos tipos de Volkswagen enfriados por aire.

2.2 Aspectos mecanicos del motor

El motor de Volkswagen es un motor de cuatro cilindros opuestos. Este motor de cuatro tiempos y de válvulas a la cabeza tiene dos pares de cilindros horizontalmente opuestos (Figura 2.1). Todos los automóviles VW sedán que tienen el motor atrás son enfriados por aire.

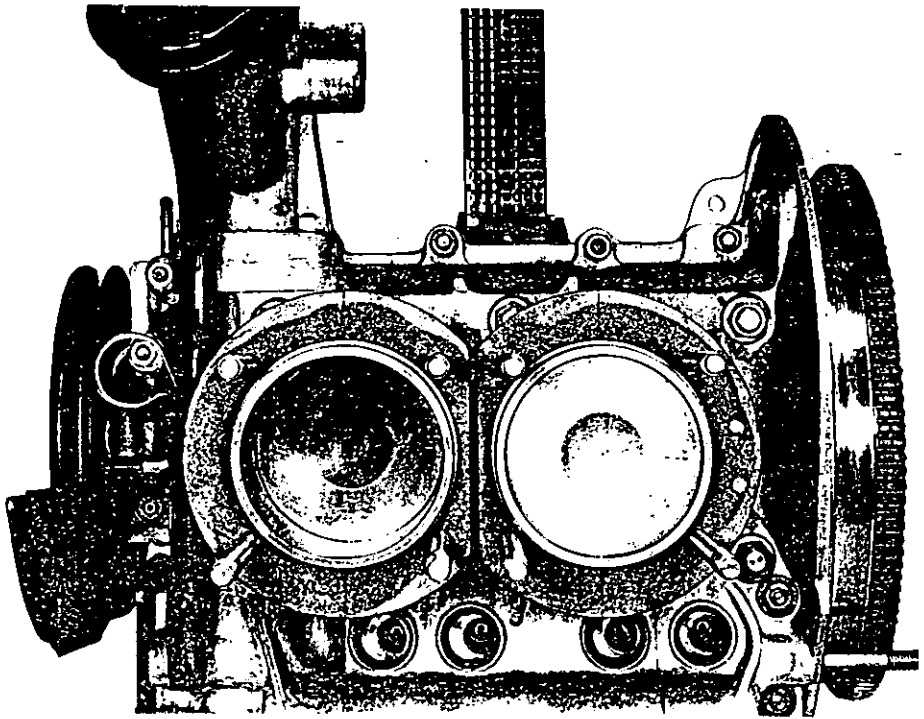
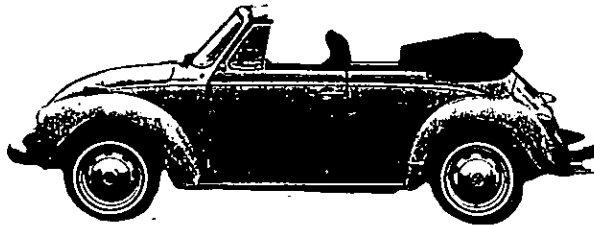


Figura 2.1.- Cilindros horizontalmente opuestos.

Es necesario explicar lo que significa motor Veliz (suitcase engine) y motor de ventilador hacia arriba (upright fan engine); Como motor de ventilador hacia arriba se refiere al motor usado de los vehículos de los tipos 1 y 2 (1970-1971) que se muestra en la Figura 2.2. Este motor tiene un ventilador de enfriamiento instalado sobre la parte superior del motor mismo y el ventilador es accionado por el generador (Figura 2.3). El ventilador está instalado verticalmente a diferencia del ventilador instalado horizontalmente que se encuentra en el motor del Chevrolet Corvaire. El motor de Veliz es una unidad relativamente compacta que cabe en los compartimientos del motor en modelos 1972 y posteriores, en este motor el ventilador de enfriamiento está instalado sobre el cigüeñal y da al motor una forma rectangular similar al de un Veliz (Fig 2.4).



a) beetle tipo 1



b) autobus tipo 2

Figura 2.2 Vehículos con ventilador de enfriamiento accionado por el generador.

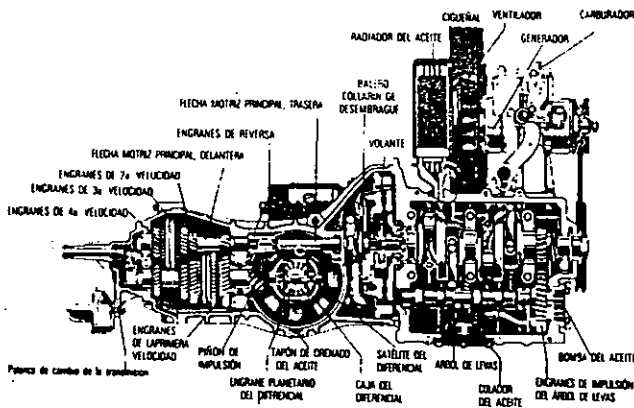


Figura 2.3 Motor y transmisión con ventilador vertical.

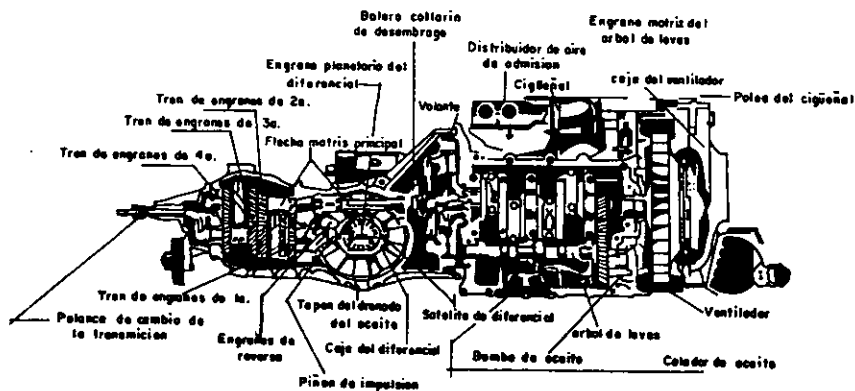


Figura 2.4 Motor y eje de transmisión con ventilador horizontal.

Los motores 1600 se conocen como motores de ventilador vertical.

Por ser motores enfriados por aire, el motor del VW es ligeramente más ruidoso que el motor enfriado por agua, esto se debe a la falta de chaquetas de agua que circulan por los cilindros y que proporcionan cierto amortiguamiento del ruido en los motores enfriados por agua. Adicionalmente, los motores enfriados por aire tienden a trabajar a temperaturas un poco más elevadas, por lo que necesitan mayores holguras de

de operación para dejar más espacio para la dilatación de las partes. Estas mayores holguras de operación ocasionan un incremento de nivel de ruido respecto al producido por los motores enfriados por agua.

El cigüeñal de todos los motores VW esta montado en un cárter formado por dos piezas. Las dos partes están maquinadas a tolerancias muy cerradas y tienen perforaciones alineadas en pares, por lo que siempre deben cambiarse por pares (fig 2.5). Al ensamblarlas, es necesario recubrir solamente las superficies de contacto con un compuesto sellador y apretarlas con sus elementos de sujeción al par de torsión correcto. No se usa empaque alguno.

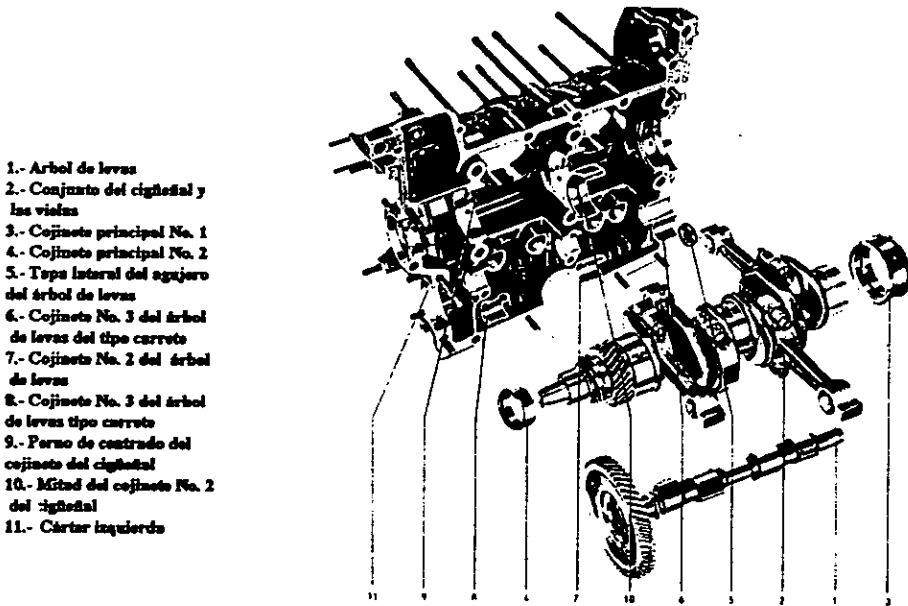


Figura 2.5 Vista esquemática de medio conjunto del cárter.

Los pistones y cilindros son idénticos en cada motor en particular; sin embargo, no es posible intercambiar pistones y cilindros entre motores diferentes. Cada uno de los cuatro pistones tiene tres anillos, dos de compresión y un anillo de aceite. Cada pistón está sujeto a su biela con un perno completamente flotante.

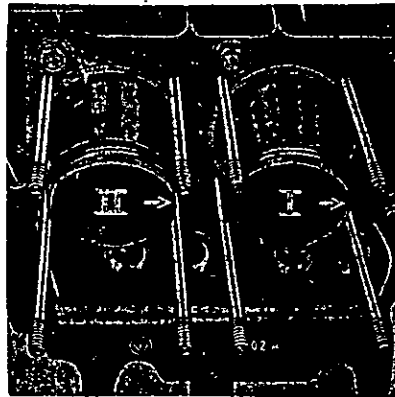


Figura 2.6 Como hacer las marcas de ensamblaje en los pistones.

Cada par de cilindros comparte una cabeza de cilindros desmontable hecha de una aleación de aluminio. La cabeza de los cilindros contiene a las válvulas de ambos cilindros (Figura 2.7). Se usan guías de válvulas y asientos de válvula de ensamblaje por dilatación.

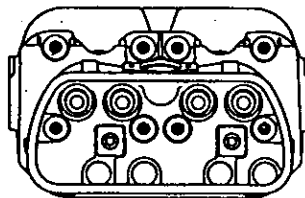


Figura 2.7 Cabeza de dos cilindros con sus 4 válvulas.

Hay dos superficies en el cárter de VW que soportan un martilleo bastante intenso en el servicio normal, una es la de los soportes de los cojinetes principales y la otra, la de la brida del cojinete #1 (ubicada en el extremo del volante), ver Figura 2.8. Como el cárter esta fabricado de un metal más blando que el de los cojinetes, es más deformable. Los soportes de los cojinetes van siendo aplastados lentamente por el martilleo o debido a la rotación del pesado cigueñal que trabaja contra los cojinetes. Esto ocurre en forma especial cuando el cigueñal está ovalado, o sea, cuando ha perdido su redondez.

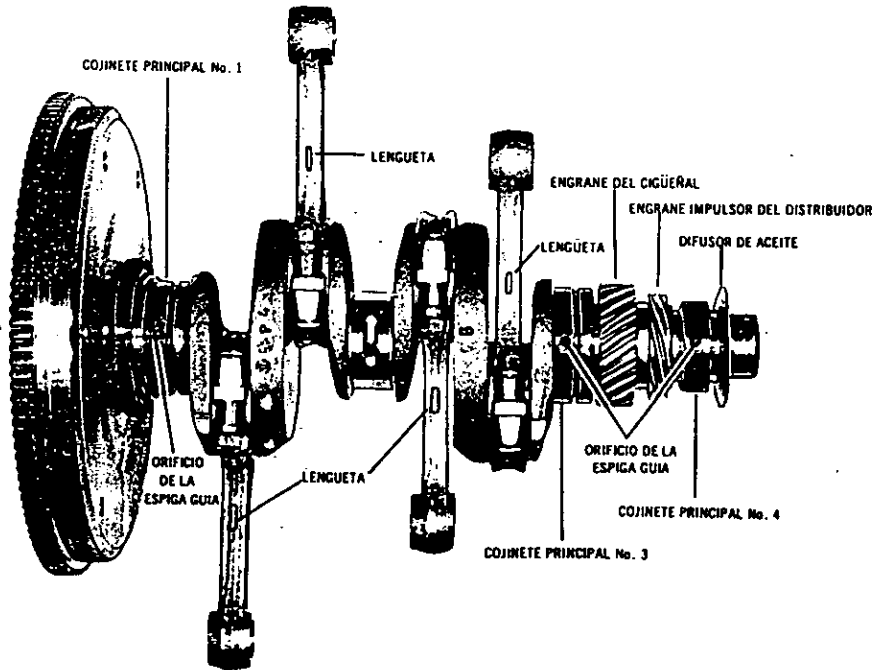


Figura 2.8 Se muestra un armado correcto del cigueñal y las bielas.

La brida de empuje del cojinete principal recibe un golpeteo en su intento de controlar el juego longitudinal del cigueñal. Este golpeteo es intenso cuando el conductor ejerce mucha fuerza sobre el pedal de embrague. La aplicación súbita del embrague hace que se golpee el plato de presión contra el disco de embrague, contra el volante, contra la brida del cárter y finalmente contra la brida de empuje (fig 2.9). Este martilleo deja su marca en el cárter y esa marca puede eliminarse por mandrilado en alineamiento.

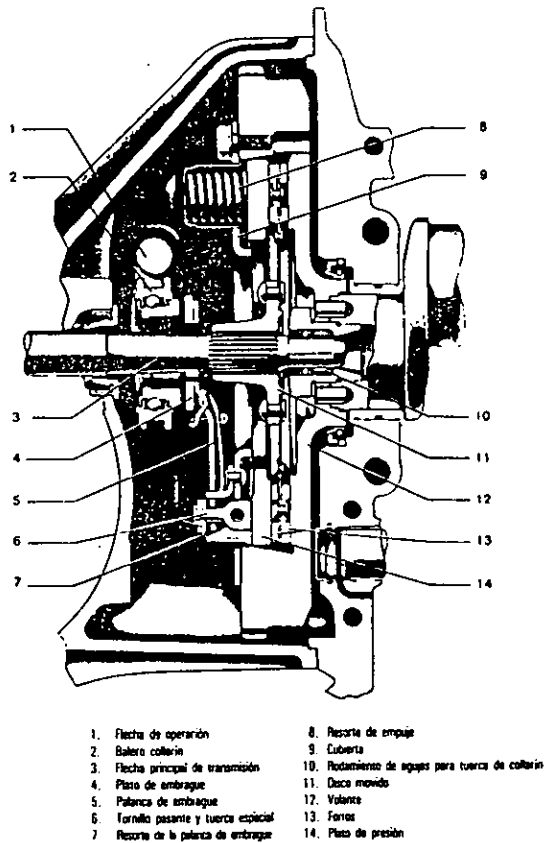


Figura 2.9 Vista transversal del conjunto de embrague.

La mayoría de los reconstructores de motores VW que desean mantener sus motores en buenas condiciones hacen el mandrilado alineado del cárter, para luego instalar los cojinetes principales de diámetro exterior con sobremedida correcta. Además, como el cárter formado en dos mitades está fabricado de aleaciones de aluminio y magnesio, es particularmente susceptible al alabeo, debido al sobrecalentamiento.

El martillado de orificios alineados del cárter permite limpiar cualquier desalineamiento de los soportes de los cojinetes debido al alabeo.

2.3 Combustibles

Las recomendaciones de fábrica para el combustible son gasolina regular o común con octanaje de 91 RON o mayor para los tipos 1, 2, 3, modelos 1972-73 tipo 4, 1974 equipados con transmisión automática. El tipo 4 de 1971 y 1974 equipados con transmisión manual, requieren de gasolina "PREMIUM" o de alto octanaje de 98 RON o mejor.

Todos los modelos utilizan convertidores catalíticos para disminuir las emisiones contaminantes, y trabajan con gasolina común 91 RON, exclusivamente. Si consumen otra clase de gasolina el convertidor fallará.

Si se usa el vehículo para remolcar, puede ser necesario consumir gasolina de mejor grado. La carga adicional ocasionada por el remolque puede ser suficiente para ocasionar el golpeteo o cascabeleo intenso en el motor. Además, este daño al motor tiene varias causas aparte del bajo octanaje, por ejemplo, un motor que necesita afinación también cascabelea, y si hay excesiva acumulación de carbón y depósitos de plomo en la cámara de combustión, se produce también cascabeleo.

2.4 Capacidad calorífica de la gasolina

Las gasolinas, sobre todo, deben ser volátiles, para facilitar la carburación externa.

A) Gasolina.- producto ligero de la destilación de los petroleos, del cracking obtenido de los productos pesados, o también productos de síntesis, partiendo de combustibles inferiores, como el lignito.

Densidad a 15°C: 0.680 a 0.740.

Poder combustivo: alrededor de 15 gramo de aire por 1 gramo de gasolina.

Calor latente de vaporización.- Influye sobre la temperatura final de la mezcla carburada; por lo tanto, sobre la masa de la mezcla introducida en el cilindro, y, por consecuencia, sobre la potencia específica. La congelación del carburador es también un efecto de la vaporización del líquido y de su calor latente.

Poder calorífico de la mezcla aire-combustible.-Para realizar una combustión teórica, y teniendo en cuenta todos los elementos anteriores, este poder calorífico de la mezcla es poco más o menos el mismo para todos los combustibles, y vale alrededor de 850 Kcal/m³

Tabla 2.1 Propiedades de la gasolina y diesel

Propiedades de los combustibles		
PROPIEDAD (ANALISIS, PORCENTAJE EN PESO)	GASOLINA	DIESEL
C	85.5	86.3
H	14.4	12.7
S	0.1	1.0
INTERVALO DE EBULLICION °F	104-365	356 Y MAS

continua

Propiedades de los combustibles		
PROPIEDAD (ANALISIS, PORCENTAJE EN PESO)	GASOLINA	DIESEL
PUNTO DE INFLAMACION °F	0-40	167
VALOR CALORIFICO Cal/gm	10450	10300
VISCOSIDA CINEMATICA *CENTISTOKES A 59 °F	0.75	5

*UNIDADES DE VISCOSIDAD CINEMATICA

2.5 Relación aire-combustible

La forma mas sencilla de que exista una mezcla uniforme de aire-combustible es la que se ha llevado a cabo durante muchos años como el de carburación del elemento que se realiza precisamente por medio del dispositivo (carburador) que realiza la pulverización de la gasolina pero como también es el paso del aire del cual se necesita para hacer la combustión dentro de la cámara de explosión la regulacion de esta mezcla se hace irremediamente por este aparato.

La manera de regular esta mezcla es tan sencilla como por ejemplo:

Con el motor encendido y por el simple movimiento de unos tornillos que lleva en la superficie del carburador que de acuerdo a las gargantas del carburador es el número de tornillos (una garganta un tornillo, dos gargantas dos tornillos, cuatro gargantas cuatro tornillos), el motor debe de estar en marcha lenta y se debe de ir cerrando los tornillos (en sentido horario) hasta que el motor falle y empiece a quererse apagar entonces sucediendo este efecto se regresa el tornillo de media hasta una vuelta hasta que no exista la

falla, esta es provocada por medio del tornillo ya que este lo único que hace es obstruir el paso de gasolina (cuando se cierra el tornillo) por eso cuando falla es que existe una mezcla correcta aire-gasolina y en este caso existe mas la presencia del aire que de gasolina y cuando es al revés, o sea cuando existe más gasolina que aire lo que pasa es que el automóvil deja escapar humo negro a la atmósfera, por que la gasolina no se quema en su totalidad por falta de oxígeno.

La perfecta mezcla de de aire-combustible provoca la ruptura de las partículas enteras de combustible y que nunca encuentran oxígeno, obligandolas a unirse con el oxígeno de manera correcta y uniforme, la mezcla de alta calidad que se obtiene pasa por las cámaras de combustión encendiéndose completamente por medio de las chispas de las bujías, disminuyendo la explosión que perjudica las partes en movimiento del motor, como por ejemplo:

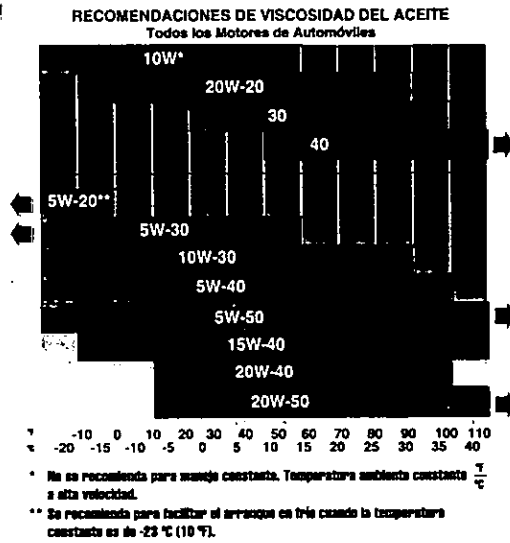
El cigüeñal, metales, y otras partes importantes en el motor.

2.6 Cambios de aceite del motor

Los fabricantes recomiendan que solo debe de usarse en el motor aceites con alto contenido de detergentes y de grado Ms o SE aunque en la actualidad existen clasificaciones más adelantadas (Figura 2.10). Los aceites deben seleccionarse de acuerdo a la viscosidad SAE que les permita lubricar satisfactoriamente a las temperaturas esperadas antes del siguiente cambio de aceite.

El aceite del motor debe cambiarse sólo después de que el motor se ha calentado a temperaturas de trabajo. Así, el aceite mantiene en suspensión muchos de los contaminantes que de otra forma permanecerían en el motor.

Al sacar el aceite, arrastra la suciedad (el lodo que hay en el motor) .Después del cambio de aceite inicial que se hace a los 1000 kilómetros, debe cambiarse el aceite por períodos que no deben exceder de 4800 Km o tres meses y de viajes cortos a 3200 Km.



Tipo de motor	Año de fabricación	Calidad
Gasolina	1996 anteriores y posteriores	API SH
Gasolina	1993 y anteriores	API SG
Gasolina	1988 y anteriores	API SF
Gasolina	1979 y anteriores	API SE
Gasolina	1971 y anteriores	API SD
Gasolina	1967 y anteriores	API SC
Gasolina	1963 y anteriores	API SB
Gasolina	1950 y anteriores	API SA

Figura 2.10 Tablas de calidad de aceites y las temperaturas a las que trabajan.

CAPITULO 3

ANALISIS CUALITATIVO DEL MONOBLOCK VW 1600

3.1 Descripción

Se trata de un motor enfriado por aire, de cuatro cilindros, con válvulas a la cabeza, de tipo horizontal opuesto y es básicamente el mismo en todos los modelos (Figura 3.1).

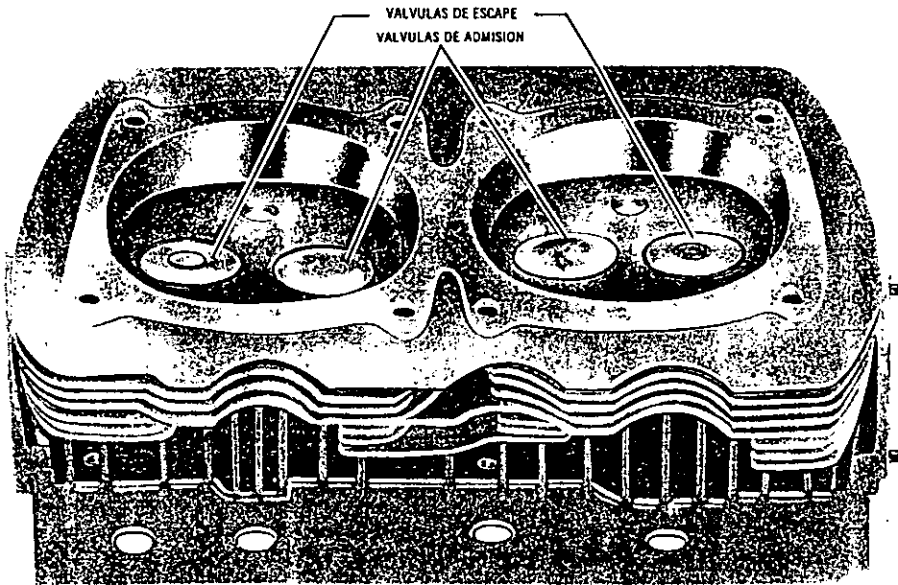


Figura 3.1 Lado inferior de la cabeza de cilindros.

El cárter es de dos piezas fundidas en una aleación ligera. En vista de que las dos mitades están maquinadas para que se acoplen, sólo podrán reemplazarse en pares (Figura 3.2).

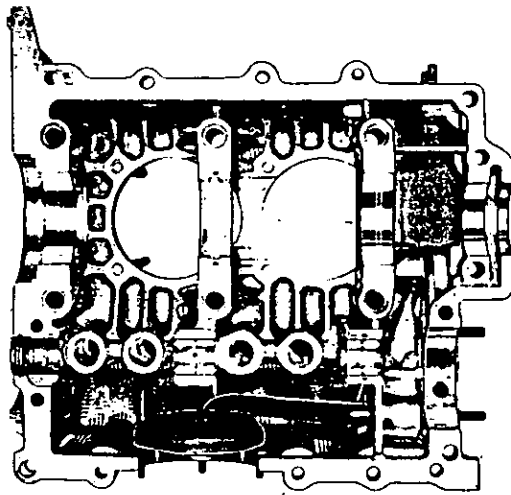


Figura 3.2 Mitad derecha del cárter.

Los cilindros acoplados al cárter son de un hierro fundido especial, con aletas incorporadas en sus superficies exteriores para un mejor enfriamiento (Figura 3.3), debido a que los cilindros están separados se pueden remplazar, siempre y cuando se instale al cilindro el pistón que le corresponde.

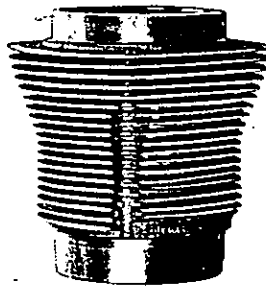


Figura 3.3 Cilindro con aletas incorporadas a su superficie exterior.

El cigüeñal está montado en el cárter apoyado en cuatro cojinetes principales. En modelos anteriores, tres de los cojinetes son del tipo de bronce al plomo con respaldo de acero, de dos piezas; el cuarto cojinete es de una aleación de aluminio, del tipo buje; el empuje lateral del cigüeñal es soportado por el cojinete principal número dos. Los modelos recientes tienen cuatro cojinetes de aleación ligera con revestimiento de plomo, del cual uno es del tipo dividido; el empuje lateral del cigüeñal es soportado por el cojinete principal número uno. Al extremo del cigüeñal donde va el embrague, está colocado un sello de aceite, con surtidor de aceite y una cuerda para retorno de aceite incorporada al extremo de la polea del cigüeñal. El volante, incluyendo al engrane anular para el motor de arranque, va sujeto al cigüeñal con una tuerca de collar y colocado en su lugar por cuatro espigas guía (Figura 3.4).

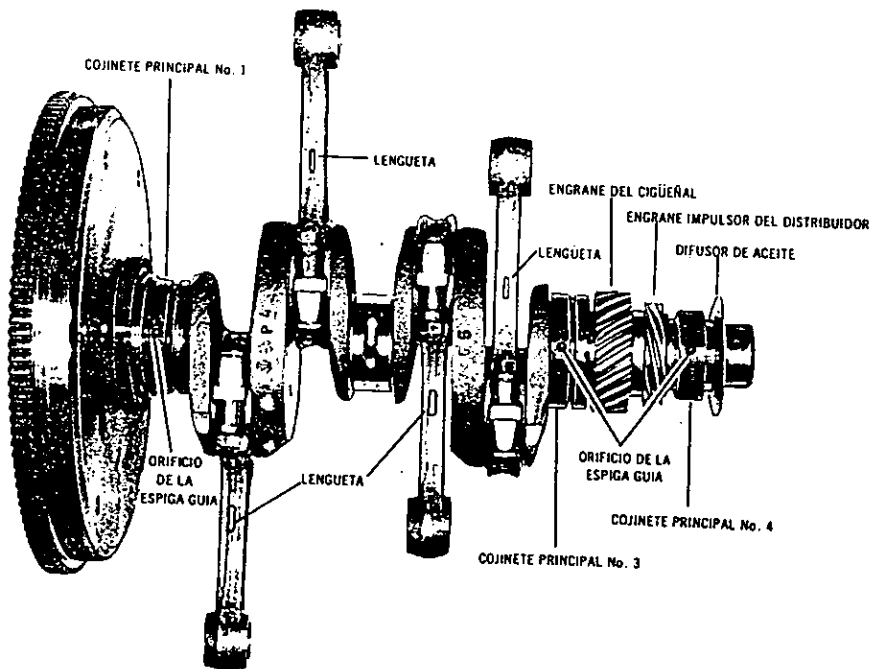


Figura 3.4 Partes principales del motor, armado correctamente.

En motores de 1500 cc, se ha agrandado el orificio de retorno de aceite que hay entre el colector y la cámara del engrane de regulación. Esta modificación se le puede hacer a los modelos anteriores, haciendo el orificio de retorno del aceite (0.400 pulg) hacia la nervadura de la división del compartimento. Dicha operación es necesaria en caso que tienda a arrojar el aceite por el respiradero del cárter. A partir de 1965, el cárter cuenta con espacios en el árbol levas para acomodar los cojinetes desechables de dicho eje. A partir de 1966 los seis birlos del cárter están sellados con sellos de hule, debido a que los sellos están entre la mitad del cárter; las dos tuercas del sellado para los birlos centrales fueron reemplazados por tuercas y arandelas.

Para sujetar al cigüeñal el engrane de regulación y el engrane del impulsor del distribuidor, se utilizan cuñas. Las cuatro bielas van colocadas con casquillos desechables de bronce al plomo, al extremo mayor, con pasadores de flotación total y al extremo menor apoyado en bujes de bronce. Los pistones tienen dos anillos de compresión y uno para el control de aceite. El pasador está sujeto en el pistón por un anillo de retención en cada extremo, los pistones son de aleación ligera con insertos de acero como refuerzo (Figura 3.5).



Figura 3.5 Componentes del pistón y sus anillos

El árbol de levas va montado al cárter apoyado en tres cojinetes, cuenta con engranes de aleación ligera a uno de los extremos y se acopla con el engrane del cigüeñal; ambos engranes son helicoidales. Las levas accionan a las válvulas transmitiendo el movimiento a través de las punterías, de la varilla de empuje y los balancines (Figura 3.6).

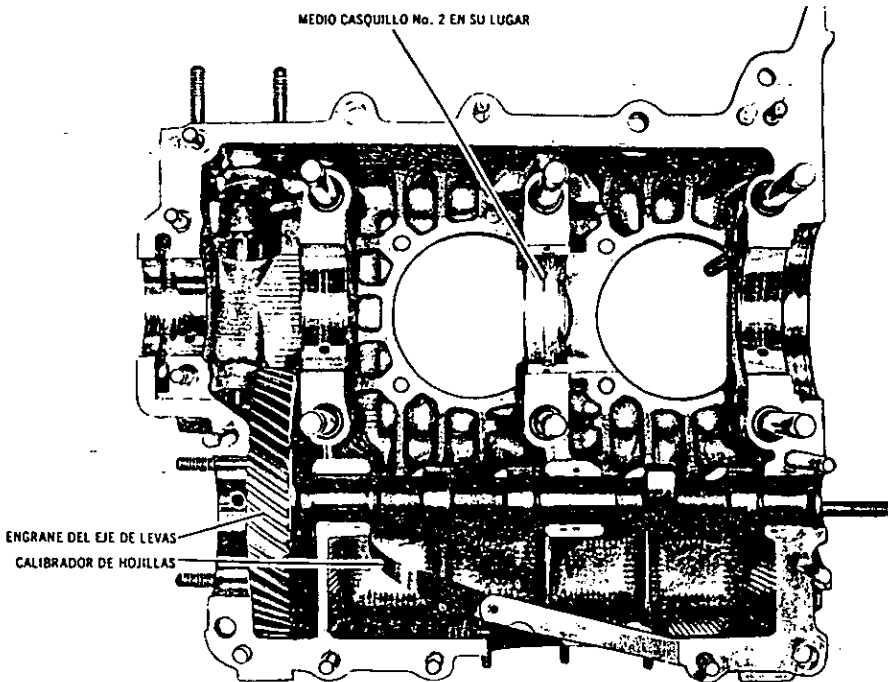


Figura 3.6 Colocación del árbol de levas en el monoblock.

3.2 Partes principales del monoblock VW 1600

Como se ha expuesto en este capítulo, el monoblock VW 1600 se compone de dos secciones, las que unidas forman la estructura básica del motor, y que además sirve de alojamiento a las partes dinámicas del mismo; se ha dicho también que se construye

de una aleación ligera (básicamente Magnesio-Aluminio), que lo hace susceptible a cierto desgaste en las zonas donde se desarrolla el movimiento.

Para mostrar las distintas partes del monoblock o cárter del motor del VW 1600, se han definido cuatro funciones que realiza este importante elemento, a saber:

- a) Enfriamiento.
- b) Lubricación.
- c) Motriz.
- d) Ensamble.

los cuales se describen a continuación:

a) Enfriamiento. El motor VW 1600 es del tipo enfriado por aire, por lo que , a pesar de que el material es de Magnesio-Aluminio, requiere de una rápida disipación de calor, para ello se aumenta la superficie de contacto con el medio ambiente, mediante "aletas", las cuales se encuentran en mayor cantidad en la parte inferior del monoblock (Figura 3.7) , dado que en esta zona se encuentra la mayor parte de aceite, el cual alcanza hasta una temperatura de 120°C. De igual forma, estas aletas se encuentran en la parte lateral superior, frontal y posterior, en forma de salientes distribuidas en forma menos concentrada.

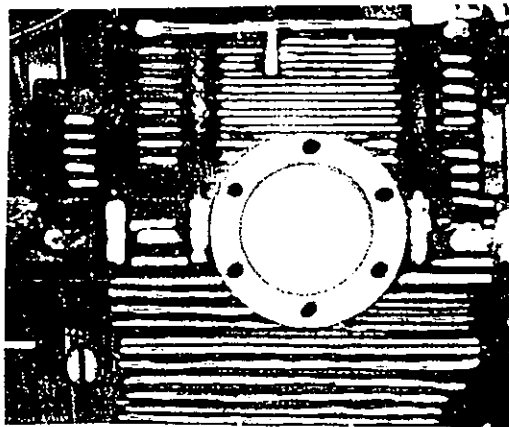
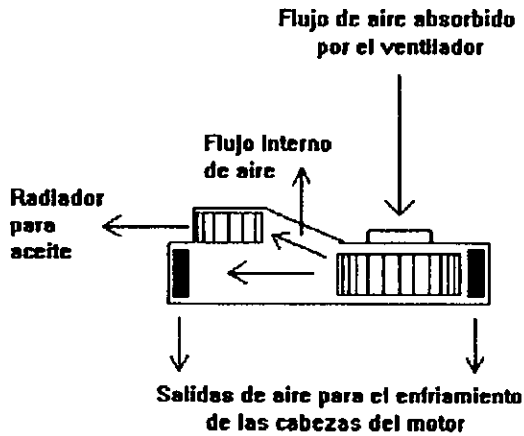


Figura. 3.7 Muestra la parte inferior del cárter con sus aletas.

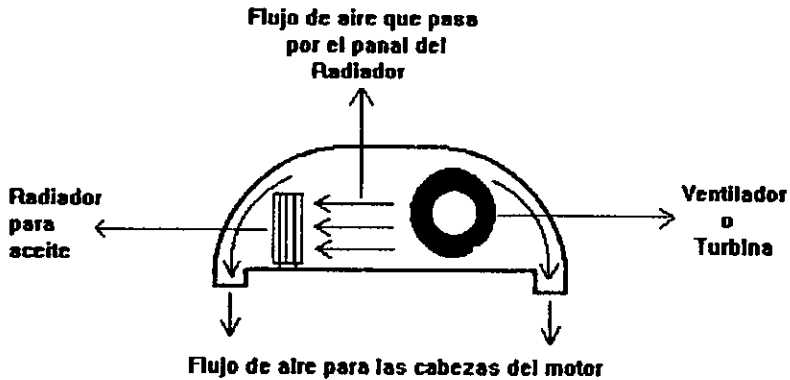
En este tipo de motor existe un sistema propio de enfriamiento ya que este se realiza por medio de aire que es succionado por un ventilador y es lanzado hacia los costados de este, en una forma centrifuga, este ventilador es movido por medio del generador (modelos anteriores al de 1993) o el alternador (modelos 1994 y posteriores) y que este a su vez esta interconectado por medio de una banda con la polea que esta sujeta del cigüeñal del motor, por lo que mientras este encendido el motor existirá enfriamiento por medio del ventilador.

El ventilador esta dentro de una carcaza de metal, el cual contiene también el radiador para aceite, que este es una de las partes principales que enfría el ventilador.

Como el ventilador esta dentro de una cámara cerrada entonces el flujo de aire que es aspirado del medio ambiente, entra en medio del ventilador y este lo desvía hacia su costado en una forma centrifuga, con lo cual el aire circula através del radiador para aceite, por lo que es bastante beneficiado, pero esto no es lo unico para lo que esta destinado este ventilador, sino que tambien esta para poder enfriar las cabezas que estan a los costados del motor, como se ha dicho antes, el ventilador esta dentro de una carcaza, y esta esta diseñada para que el flujo de aire también circule por el contorno de esta y por consiguiente salga por unas aletas que estan en los costados y en la parte inferior de este elemento y de esta manera manda el flujo de aire hacia las cabezas del motor.



a) Vista superior del sistema de enfriamiento.



b) Vista frontal del sistema de enfriamiento

Figura 3.8 Diagrama esquemático de enfriamiento

b) Lubricación. Una de las funciones del monoblock es la de alojar las partes que transforma la energía de la combustión en un par mecánico, para ello, se requiere de mantener los rodamientos en perfectas condiciones y con una mínima fricción, y por lo tanto es indispensable la lubricación. El monoblock concentra en su totalidad el sistema de lubricación constituido de las siguientes partes:

- 1.-Base del alimentador o torre.
- 2.-Tubo de succión.
- 3.-Cavidad de la bomba de aceite.
- 4.- Válvulas de alivio.
- 5.-Base de radiador de aceite.
- 6.-Barreno del bulbo de presión de aceite.
- 7.- Fondo del drenado de aceite.

Además, de las partes dinámicas que conforman el motor, deben mencionarse la presencia de las venas o ductos de lubricación que interconectan cada una de las partes antes mencionadas como las bancadas del cigüeñal, árbol de levas, etc.

La lubricación en este tipo de motores es importante al igual que cualquier motor de combustión interna, ya que por medio de éste se obtiene una mayor durabilidad en las piezas internas del motor, ya que la lubricación tiene, además de la propiedad de lubricar las partes que están en contacto, este también sirve para que el motor no tenga una temperatura muy elevada, ya que por medio de las ceras que el lubricante contiene éste sirve para repeler un poco el calor interno de motor, también otra de las propiedades físicas que tiene el aceite es el de mantener limpio el interior del motor por medio de sus detergentes que este contiene, por eso los fabricantes de automoviles se emplean en una manera muy cuidadosa el sistema de lubricación para que además de lo

que aporta el lubricante, también ayudarle por medio de partes auxiliares que se le instala en el motor tales como los siguientes ejemplos:

-Bulbo de aceite.- Que nos sirve para ver en el tablero si existe presión de aceite, ya que este funciona como un microinterruptor de corriente ya que cuando hay presión de aceite se abre el circuito, y cuando no hay presión de aceite se cierra el circuito.

-Radiador de aceite.- Este funciona para poder ventilar el aceite haciendolo pasar por un serpentín en el cual pasa por medio de este, un flujo constante de aire fresco, y el radiador también contiene entre los serpentines un panel que nos sirve para disipar el calor del serpentín y de esta manera el enfriamiento del aceite sera mas eficiente

-Filtro para aceite.- Este elemento lo contienen los modelos 1993 y posteriores por lo que estos motores tiene una protección extra, y así mantener mas limpio de impurezas tales como los carbones, tierras y otros residuos que provoca la misma combustión de la máquina, así como las sustancias que succiona del medio ambiente.

A continuación se muestra el esquema de lubricación del motor VW 1600.

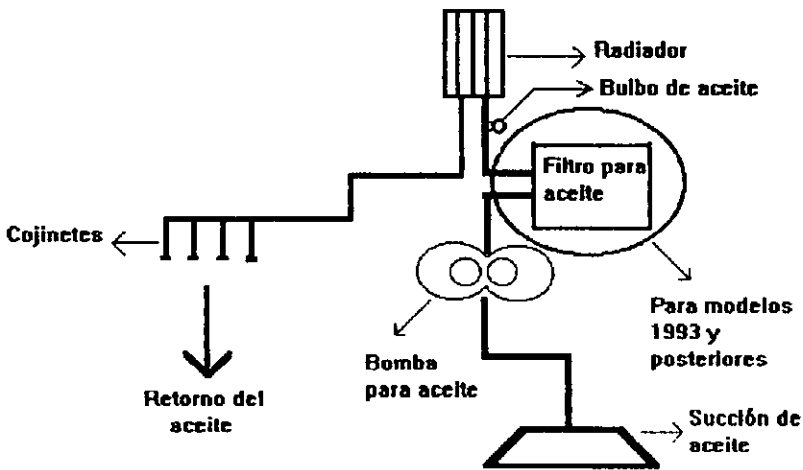


Figura 3.9 Diagrama esquemático de lubricación

c) Motriz. Esta constituida de las zonas de más desgaste, dado que ellas se encuentran en contacto casi directo con las partes móviles (Figura 3.10), las cuales son:

- 1.- Bancada de cigüeñal.
- 2.- Bancada de árbol de levas.
- 3.- Cavidad de buzos o levanta válvulas.

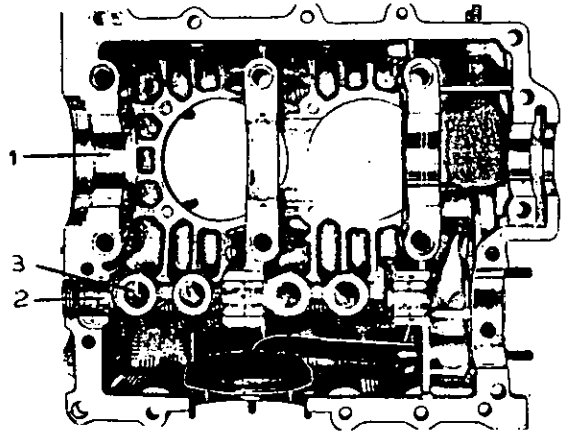


Figura 3.10 Partes motrices del monoblock.

Estas tres partes sufren en menor o mayor grado desgaste por fricción, básicamente las dos últimas, dado que no se emplean cojinetes para auxiliarse en su función, el movimiento se hace directamente sobre el material del monoblock, generalmente no existen desgastes excesivos que perjudiquen el funcionamiento óptimo de éstas, dado a que están sumergidos en aceite, sin embargo, se ha dado el caso de desgaste en la cavidad de los buzos o levanta válvulas.

Una de las características de este monoblock es la de ser desechables, dado las condiciones del material empleado para la fabricación del mismo. Así la bancada del cigüeñal sufre un desgaste en forma tanto axial como radial. El desgaste axial se produce por:

- a.- Desajuste entre el volante y carrete (0.36 mm de separación únicamente).
- b.- El efecto de retroceso (cuando se acelera y se frena el motor).
- c.- Presión ejercida por el sistema de embrague.

De las tres causas antes mencionadas, las de mayor incidencia son las dos últimas.

El desgaste sufrido en el monoblock por esta causa, se produce en el soporte del cojinete principal, conocido como "carrete", dado que este consta de dos pestañas o bordes que sujetan al soporte y que a su vez sirven para calibrar la holgura entre el volante y el monoblock. Las paredes del monoblock sufren un cierto desgaste por la constante presión hecha por el carrete, conforme el material cede el carrete golpea acelerando la pérdida del material, lo cual se conoce como desbanque axial.

De igual forma el desgaste sufrido por la bancada en forma radial se le conoce como desbanque radial, causado básicamente por el desbalanceo de el cigüeñal y el cuál se le puede atribuir a los siguientes factores :

- a.- Defecto de fabricación o rectificado.
- b.- Previo desbanque axial.
- c.- Fallas en bielas (cojinetes, bujes o fracturas de los insertos).
- d.- Falla en pistón (distintos modelos o marcas).
- e.- Relación de compresión distinta en los cuatro cilindros.
- f.- y en general a la vibración producida por fallas en el proceso de combustión del motor.

Si bien este tipo de motor es desechable, la vida útil del mismo se puede aumentar tomando las precauciones necesarias.

Sin embargo a pesar de las precauciones que se puedan tener, es común este tipo de fallas, que acarrear consigo gastos adicionales a la reparación, dado a que se propicia fuga de aceite, desgaste de pistón y camisas, rayado de cigüeñal e inclusive el desgaste del monoblock en la parte frontal (poleas) y posterior (volante) por la continua fricción de las piezas en movimiento que lo hacen inservible.

El destino de un monoblock rectificado se limita hasta que llega a 0.040" (1.016 mm), y después de esto ya no sirve el monoblock para motor, sino para fundición y reciclar el material.

d)Ensamble. El monoblock VW 1600 se auxilia de cavidades y birlos para formar la estructura del motor de tal forma que para ello consta de los siguientes elementos:

- a) 4 cavidades para camisa (2 por parte).
- b) 8 cavidades para tubos de empujadores (4 por parte).
- c) 8 birlos de bancada.
- d) 13 birlos periféricos.
- e)16 birlos de cabeza (8 por parte).
- f) 5 pernos de ensamble de cojinetes en la bancada del cigüeñal.
- g) Alojamiento del tapón del árbol de levas.

En general estas partes sufren desgaste, sin embargo son de fácil reparación, como se analizará posteriormente.

CAPITULO 4

REPARACION CONVENCIONAL

4.1 Introducción

Dadas las características propias del monoblock VW 1600, éste resulta vulnerable al desgaste por fricción e impacto, de igual forma, su baja resistencia a la tracción hacen que las estructuras sean armadas con un especial cuidado.

Tanto en el proceso de ensamble como en el trabajo, el monoblock tiende a sufrir ciertas averías, que no son comunes o posibles en otro tipo de motor y éstas se dan básicamente en dos zonas:

- a) Bancada del cigüeñal . :
- b) Cuerdas.

En este capítulo se definirán las causas principales y las reparaciones comunes de estos elementos del monoblock VW1600 así como las ventajas y desventajas que se generan a corto y largo plazo; También se mencionarán dos reparaciones especiales o no comunes .

4.2 Bancada de cigüeñal

Como se ha expuesto en el capítulo anterior, el principal problema de este monoblock es el desgaste en la bancada del cigüeñal o desbanque; un problema común dadas las condiciones de operación distinta a las de otros motores.

Desde la venta de la serie VW1600 en 1974, y hasta la fecha, no se ha corregido el problema, y aunque el origen de estas piezas pueden ser de Alemania, Brasil o México, las condiciones del material son las mismas; en el proceso de análisis de laboratorio y haciendo una comparación con otros materiales que son comunes en el reemplazo de piezas en la zona del monoblock, se obtuvieron los resultados mostrados en la tabla 4.1.-

Tabla 4.1 Propiedades de los materiales involucrados

Material	Dureza	Dilatación térmica
Aleación de monoblock	59 R _F	28 x 10 ⁻⁶ cm/cm° °C
Aluminio (cojinetes)	52 R _F	23 X 10 ⁻⁶ cm/cm° °C
Bronces	103 R _F	18 X 10 ⁻⁶ cm/cm° °C
Fundición gris	112 R _F	11.7 X 10 ⁻⁶ cm/cm° °C
Cojinete recubierto de plomo	51 R _F	20 X 10 ⁻⁶ cm/cm° °C

DUREZA R_F, CARGA DE 60 Kg e INDENTADOR DE BOLA DE 1/16"

De la tabla anterior se concluye que el material empleado en la fabricación de estas piezas no reúne las características de resistencia al desgaste (Debido a su baja dureza) o dilatación térmica. Sin embargo, reúne las características de ser un material ligero lo que reduce el peso siendo fácil el ensamble a las estructuras de soporte en los automóviles; así como su fácil reciclado, y por último y a pesar de tener un alto coeficiente de dilatación térmica, también es un buen conductor eléctrico y térmico lo que optimiza el funcionamiento de accesorios eléctricos y a la rápida disipación del calor generado por el funcionamiento. Dos de las reparaciones comunes de la bancada del cigüeñal son:

- a) Corte o rectificado.
- b) El encasquillado.

a) Corte o rectificado.- Se le conoce comunmente como corte en línea al proceso de rectificado del monoblock, cuando mediante un mandril, ruedas de rectificado penetran en la bancada para rebajar desde 0.020"(0.508mm), hasta 0.040"(1.016mm), dependiendo de las condiciones del desgaste producido en forma radial (desbanque radial). La profundidad máxima de corte recomendable es de 0.040"(1.016mm) debido principalmente a que los cojinetes mayores de esta medida no son comercialmente

comunes, sin embargo los hay de 0.060"(1.524mm).

Este tipo de reparaciones tiene más desventajas que ventajas, sin embargo es el procedimiento común, haciéndose a continuación un análisis de las mismas:

- 1.-El proceso de rectificado es barato y rápido.
- 2.-Partiendo de un monoblock nuevo (estándar), se puede rectificar al menos en cuatro ocasiones .
- 3.-El monoblock en el proceso de trabajo esta expuesto al desgaste axial y radial.
- 4.-Debido al desbanque axial las paredes del carrete principal tiende a disminuir conforme aumenta el rectificado.
- 5.-En algunos casos, a pesar de tener un mínimo de desbanque radial, el desbanque axial puede ser lo suficientemente extenso como para desechar el monoblock, dado que que el soporte principal se encuentra delgado y presenta los siguientes daños:
 - a) Debido al desbanque axial, el barrenado del perno de ensamble del cojinete, se encuentra en el perfil del corte.
 - b) Debido a los esfuerzos a los que se somete el soporte principal, existe el riesgo de aumentar la velocidad de desgaste en forma radial al disminuir la superficie de contacto.
- 6.-Normalmente en este proceso de rectificado, se trata de evitar y disminuir las dimensiones. Dependiendo de las condiciones de trabajo, los cortes son variables, es decir, el rectificado del soporte principal no se ajusta a los estándares de los fabricantes de cojinetes; El carrete que funciona como cojinete del soporte principal se hace sobre medida utilizandose bronce como el material principal, a pesar de que tiene una mayor dureza que el cojinete original.

Carrete de aluminio 52 R_F

Carrete de bronce 103 R_F

Se presenta, en ocasiones, problemas en las tolerancias y dimensiones que dependen del proceso de fabricación.

7.-Si se emplea un carrete de bronce sobre medida y es necesario un cambio de cojinetes o cigüeñal, se necesitará:

- a) La compra del juego de cojinetes con las dimensiones del cigüeñal y el corte del monoblock, desechando el carrete del soporte principal.
- b) El carrete del soporte principal .
- c) Cortar o rectificar en forma axial del soporte principal, aunque el desgaste sea mínimo, es necesario que el nuevo carrete reúna las tolerancias requeridas.
- d) Maquinar el nuevo carrete, lo cual implica costos extras.

Como se observa, de los siete puntos expuestos sólo los dos primeros puntos son ventajas, y agregaremos que el monoblock puede ser desechado inclusive antes de darse el primer corte, dado que no reúne las condiciones necesarias.

b) Encasquillado.- La solución que han dado algunas rectificadoras especializadas en este tipo de motores es el encasquillado. Debido a las necesidades de trabajo de este tipo de motores (taxis en el caso del VW sedán y transporte urbano y carga en VW combi 1973-1987), y a los problemas que ocasiona el corte de monoblock, nació la inquietud de sustituir el soporte de la bancada, por un inserto metálico.

Esta idea se comenzó a implementar a partir de 1994 con pocos resultados en su inicio, debido a problemas de tipo dimensional y de ensamble. Sin embargo, rápidamente se demostró que tal reparación aumentaba la vida útil del monoblock o al menos la duración del rectificado era mayor, y no se producía desbanque axial.

Los insertos utilizados para este fin, son de material maquinable. De acuerdo a los resultados de las pruebas metalográficas a las que se sometió a los insertos o casquillos, se encontró que el material utilizado es de fundición gris, con dureza de 112 R_F.

Los insertos presentan como característica común el material, 98% de dureza mayor que la del material base (dureza 59 R_F), sin embargo, el diseño de los mismos se modificará de acuerdo a las ideas y experiencias de los talleres especializados.

El inserto en la parte exterior o cara, semeja las dimensiones originales del soporte principal, y la superficie de contacto del cojinete varia de acuerdo al corte de la bancada general.

Cabe señalar que en este tipo de reparaciones, la medida del inserto corresponde únicamente al corte total, por ejemplo, si la bancada se rectifica a 0.020" (0.508mm).

Los insertos comúnmente utilizados podrán clasificarse de la siguiente manera:

a) De acuerdo a la forma de fijarse en el monoblock:

- | | | | |
|---------------------|---|---|---|
| 1.-Base cuadrada |  |  |  |
| 2.-Base rectangular | 1 | 2 | 3 |
| 3.-Base trapezoidal | | | |

Figura 4.1 Diferentes tipos de bases en insertos.

b) Al tipo de anclaje:

- 1.- Remache o tornillo (fijo de uno, dos o más elementos).
- 2.- Perno ensamble (móvil o desmontable).

Esta clasificación servirá como base para definir primero, las ventajas de esta reparación basándola en los resultados prácticos y la experiencia de algunas rectificadoras, y los objetivos de estas son los siguientes:

a) Evitar en gran medida el desbanque axial al fortalecer el soporte principal de la bancada.

b) Debido a que los cortes en la bancada y el inserto son los mismos, los cojinetes se emplean en su totalidad:

1.-Si el motor se encuentra dañado en el soporte principal, por corte excesivo, pérdida de material por eliminación del perno de ensamble del carrete, etc. el inserto dará nueva forma al soporte y se dará vida útil al monoblock. Cabe señalar que anteriormente estos eran motivos para desechar un monoblock.

2.-Como se ha señalado en el capítulo anterior, el cigüeñal esta sometido a cargas radiales, lo que provoca ciertas vibraciones que absorben los cojinetes y la bancada. De igual forma los pernos de ensamble tienden a recibir este tipo de fuerzas, lo que provoca que penetren en los soportes; el carrete de soporte principal no sólo está sometido a las cargas axial y radial del cigüeñal sino que también recibe carga del volante o cremallera, el cual tiende a hacer girar el carrete; si el perno de ensamble penetra en el soporte, liberará al carrete y éste girará al mismo tiempo que el volante, provocando desgaste excesivo de la bancada en general. El inserto metálico evita la posibilidad de que esto suceda lo que presenta una garantía más de que la vida útil del monoblock se incrementa con estas adaptaciones.

Si bien estas reparaciones comunes en los últimos años han beneficiado la funcionalidad de los motores VW 1600, también es cierto que se puede presentar ciertas desventajas, siendo las más importantes las siguientes:

a) Los insertos se fabrican de fundición gris, que aunque presentan una dureza mayor que la del monoblock, conforme al uso y el tiempo de trabajo, el inserto tiende a desgastarse en sus paredes (desbanque axial). Si se repara, se deberá ensamblar con un carrete sobre-medida, lo que implica un costo adicional.

b) Como se señaló anteriormente, el inserto correspondiente a la medida del corte de la bancada, si bien es mínimo el desbanque axial y el radial, se da en gran medida en el resto de la bancada; el desbanque de los soportes, las vibraciones y las fugas del aceite por el barreno de la polea aumenta en forma considerable.

Si se desea reparar un monoblock se tendrá que considerar:

1.-El soporte principal no será rectificado y sólo el resto de la bancada se someterá al proceso y por lo tanto, se tendrá que utilizar un juego de cojinetes para cubrir, del segundo al cuarto soporte principal, mientras que para el soporte principal el carrete se tomará de otro juego de cojinetes, o en su defecto, sera necesario utilizar un carrete de bronce en sobre-medida.

2.-En ocasiones el desbanque radial es de importancia, y si al rectificar la bancada la medida corresponde a un desgaste de 0.060"(1.524mm), una medida de cojinetes poco comercial, el monoblock puede considerarse como inservible.

3.-En lo que se refiere al anclaje de los insertos, resulta necesario señalar que comúnmente se emplean tornillos o remaches de bronce, que tienden a desgastarse e inclusive fracturarse en la unión monoblock-inserto, lo que implica que el material idóneo para este uso es el acero. En el caso de los insertos, tiene la desventaja de que tienden a proteger más al carrete que aún al mismo monoblock, lo que provoca que se dé el efecto del desbanque axial y radial.

Considerando las ventajas y desventajas señaladas, debería de señalarse que el costo de esta reparación representa un 250% del costo de un corte en línea de bancada, garantizando que al menos el monoblock tendrá una vida útil de 5400 horas o 1.5 años con un uso de 10 horas al día mientras el corte de la operación de sólo el 50% de éste total.

La finalidad de esta tesis es la de aumentar precisamente la vida útil del monoblock VW 1600, tomando las ventajas del corte en línea y el encasquillado, evitando los problemas señalados en cada uno de ellos, para que se le proporcione un ventaja de ahorro en reparaciones e inclusive, la sustitución de esta pieza al usuario de estas máquinas.

c) Cuerdas.- Como se ha descrito en el presente trabajo, el monoblock VW 1600 es una estructura de dos piezas de aleación ligera (Magnesio-Aluminio) fabricado por inyección. De esto se desprende que los birlos de ensamble y periféricos no están sujetos de otro material o "alma" de acero sino del mismo material del monoblock.

Los birlos periféricos son de 5/16" (7.93 mm) de diámetro en la cuerda que se aloja ó se hace directamente en el monoblock, el torque de apriete máximo es de 15 lb-pie.

Uno de los barrenos principales periféricos del monoblock que corresponde a los accesorios, es el que sirve de alojamiento al bulbo de aceite, en el cual no debe de exceder el torque de 12 lb-pie.

Los birlos de centro o bancada son de 7/16" (11.11mm) de diámetro con cuerda directa al monoblock, el torque máximo es de 36 lb-pie y por último, los birlos de ensamble o cabeza, los cuales son de 5/16" (7.93 mm) de diámetro pero empotradas en el monoblock por un inserto de 3/8" (9.52 mm), las cuales soportan hasta 27 lb-pie.

De acuerdo al birlo, al estado del monoblock y el número de reparaciones, es el torque aplicado en el proceso de ensamble, es recomendable revisar el torque de cada uno de los birlos al desarmar el motor, para realizar las reparaciones correspondientes, de igual forma al ensamblar, y apretar los birlos en forma gradual para evitar problemas.

La reparación de cuerdas es rápida y sencilla con la herramienta (machuelos) e insertos necesarios; los insertos se encuentran comercialmente en sobre-medida con cuerda interna milimétrica y cuerda externa estándar lo cual representa una ventaja en la reparación de estas piezas.

Las fallas que produce una cuerda averiada es básicamente la fuga de aceite o de compresión, esta última si se trata de birlos de ensamble o de la cabeza; (como se mencionó). Dentro de los birlos periféricos, se encuentran aquellos que se sujetan a los accesorios, como el distribuidor, bulbo de aceite, bomba de aceite, torre de alimentación, etc. Los cuales deben no sólo de soportar el torque inicial, sino vibraciones, peso, fricción, y sobre todo el continuo desgaste por herramienta; sin embargo con el fin de aumentar la vida útil y funcionamiento correcto de estos elementos, es necesario tomar en cuenta las siguientes medidas:

- 1.-Evitar sobrepasar el torque de apriete de birlos, tuercas o tornillos asesorandose mediante manuales de reparación proporcionados por el fabricante.

- 2.-Evitar la combinación de cuerdas estándar y milimétrica.
- 3.-Evitar el uso de birlos, tuercas o tornillos desgastados que puedan fracturarse o dañar las cuerdas de las piezas en contacto.
- 4.-No machuelear o barrenar cerca o sobre las venas de lubricación del monoblock.

CAPITULO 5

INSERTOS PARA BANCADA

5.1 Introducción

Las dos opciones de reparación de bancada de monoblock VW 1600 se explicaron en el capítulo anterior, mostrándose las ventajas y desventajas. De estas opciones, el encasquillado es el que reúne las mejores características, y actualmente es el más aceptado. Sin embargo, la manufactura del inserto y el tipo de corte no son lo ideal.

En el presente trabajo de tesis, se da la opción de aumentar la vida útil del monoblock partiendo de las reparaciones convencionales, además de mejorar las característica de los insertos al utilizar otro material.

5.2 Necesidades

Como se ha explicado, el problema del monoblock VW 1600 es el desbanque o desgaste axial y radial de la bancada del cigüeñal, el primero es exclusivo del soporte principal y el segundo se considera general. Tomando en consideración que un material ferroso posee características superiores en cuanto a dureza y resistencia al desgaste con respecto a las del Magnesio-Aluminio (monoblock), entonces al sustituir los soportes de la bancada del monoblock podrían reducirse los problemas de desgaste.

Los monoblocks fabricados de hierro fundido (fundición gris) no muestran desgaste en los soportes, el material es lo suficientemente duro como para impedir que sufra alguna modificación en sus dimensiones, de esto se desprendió la idea del encasquillado en el soporte principal, eliminándose el desbanque axial. Sin embargo, el desgaste radial continua latente de tal forma que aún presenta algunas desventajas.

La propuesta para mejorar esta idea o proyecto de reciclaje, es la de colocar en todos y cada uno de los soportes de la bancada un inserto metálico que evite el desgaste debido al trabajo.

5.3 Cálculo de fuerzas y esfuerzos en la bancada del monoblock

La potencia de un motor puede determinarse de dos formas: una matemática y otra mecánica. El primer método involucra el empleo de una ecuación, y el segundo método consiste en usar un sistema mecánico acoplado al motor que puede ser un dinamómetro o un freno que mide la potencia útil producida o potencia al freno, lo cual elimina del cálculo todas las pérdidas mecánicas y térmicas.

Así de la ecuación de potencia indicada se tiene:

$$hp = \frac{A \cdot p.m.i. \cdot C \cdot (0.5 \text{ rpm}) \cdot N}{75 \cdot 100 \cdot 60} \dots\dots\dots(5.1)$$

donde:

A= Superficie de la cabeza del pistón

p.m.i.= Presión medio indicado en Kg/cm²

C= Carrera del pistón en centímetros

r.p.m.= Revoluciones por minuto del cigüeñal

N= Numero de cilindros

-De los datos del fabricante VW1600

hp= 57

Diametro del pistón= 8.5 cm.

C= 7.05 cm.

rpm= 3500

N= 4

$$A = \frac{\pi * D^2}{4} = \frac{\pi * (8.5)^2}{4} = 56.7450 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto se despeja a p.m.i. :

$$p.m.i. = \frac{Hp * 75 * 100 * 60}{A * C * (0.5 \text{ rpm}) * N} = \frac{57 * 75 * 100 * 60}{56.7450 * 7.05 * (0.5 * 3500) * 4} = 2.29 \text{ Kg/cm}^2$$

Así p.m.i. \approx 2.3 Kg/cm²

De la presión media multiplicada por el área del pistón se obtiene la fuerza sobre la cabeza del pistón como se muestra a continuación.

$$p.m.i. = 2.3 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F_{\text{pistón}} = p.m.i. * A \dots\dots\dots(5.2)$$

$$F_{\text{pistón}} = 2.3 * 56.7450 ((\text{Kg/cm}^2) * \text{cm}^2) = 130.51 \text{ Kg}$$

La cual actúa en cada uno de los cuatro pistones como se muestra en la figura 5.1.

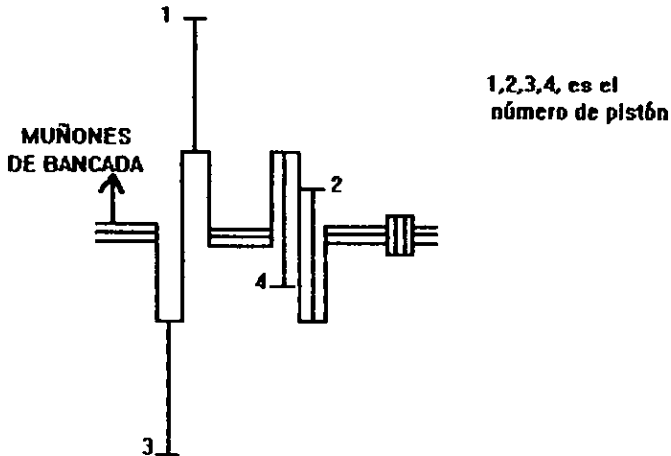


Figura 5.1 Diagrama del cigüeñal.

Cálculo de fuerzas que actúan en el proceso de desbanque radial

La deformación de la bancada del monoblock en el proceso de debanque radial, se distribuye en los cuatro soportes, y considerando que el fenómeno ocurre por el efecto de desbalanceo en las cargas o bien por el impacto de las fuerzas producidas en la cámara de combustión; se tiene:

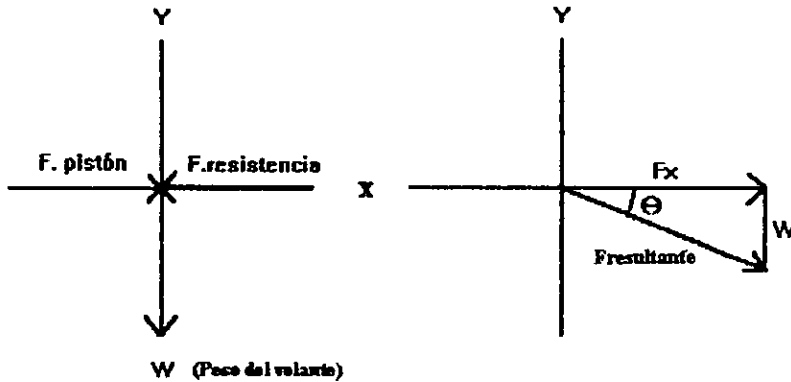


Figura 5.2 Fuerzas producidas en la cámara de combustión.

Por lo tanto

$$F_{\text{Pistón}} = 130.5 \text{ Kg}$$

$$F_{\text{Resistencia}} = 20 \text{ Kg}$$

$$W = 27 \text{ Kg}$$

Así

$$F_x = F_{\text{pistón}} - F_{\text{resistencia}} = (130.5 - 20) \text{ Kg} = 110.5 \text{ Kg}$$

y la fuerza resultante es igual a:

$$F_{\text{Resultante}} = \sqrt{F_x^2 + W^2} = 113.8 \text{ Kg.}$$

El ángulo al cual actúa es igual a:

$$\cos \theta = \frac{F_x}{F_{\text{Resultante}}}$$

$$\theta = \cos^{-1} \frac{F_x}{F_{\text{Resultante}}} = \cos^{-1} \frac{110.5}{113.8} = 13.73^\circ$$

Considerando que los elementos no son estáticos y que el volante distribuye la fuerza resultante en toda dirección radial, en la bancada se produce un esfuerzo de contacto que se puede evaluar mediante la siguiente ecuación:

$$\tau_c = \frac{P}{A_c} \dots\dots\dots(5.3)$$

Donde :

A_c = Es el area de contacto (ver figura 5.3)

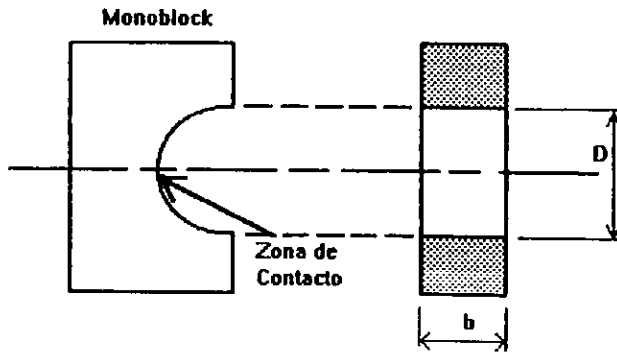


Figura 5.3 Zona de contacto en el monoblock

D= Diametro exterior

b= Ancho

$$A_c = D * b$$

- Soporte principal

$$\tau_c = \frac{P}{D * b} = \frac{113.8}{6.5 * 2.25} = 7.8 \text{ Kg/cm}^2$$

- Segundo y tercer soporte

$$V_c = \frac{P}{A_c} = \frac{113.8}{6.5 * 2.2} = 8 \text{ Kg/cm}^2$$

-Cuarto soporte

$$V_c = \frac{P}{A_c} = \frac{113.8}{5.0 * 1.5} = 15.2 \text{ Kg/cm}^2$$

Cálculo del efecto de desbanque axial sobre el soporte principal.

Para determinar las fuerzas que intervienen en el desbanque axial, es necesario mostrar la distribución de fuerzas que actúan sobre el monoblock y que son:

$F_{Embrague}$ = Fuerza producida por el sistema de embrague

$F_{Retroseso}$ = Fuerza de retroseso

Como las fuerzas se desarrollan en tiempos distintos, los diagramas de fuerzas se muestran en la figura 5.4.

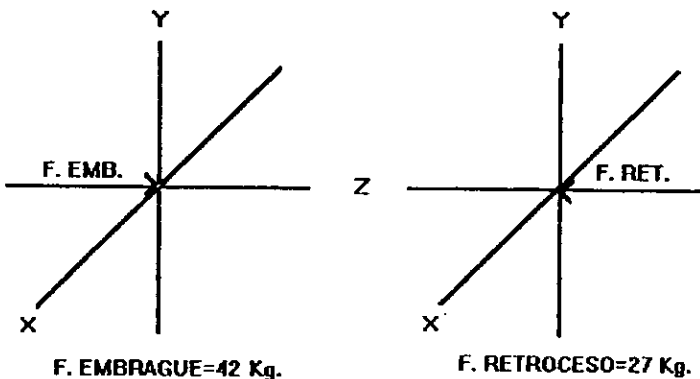


Figura 5.4 Fuerzas vectoriales del embrague y del efecto de retroseso

Considerando que la superficie que absorbe estas fuerzas son los bordes del carrete del soporte principal (ver Figura 5.5), se produce en el mismo un esfuerzo cortante que se puede evaluar de la siguiente manera:

$$\bar{\sigma} = \frac{P}{A_{\text{corte}}}$$

Donde :

$$A_{\text{corte}} = \frac{\pi * D_{\text{Interior}} * \text{Espesor}}{2}$$

$$D_{\text{Interior}} = 6.5 \text{ cm}$$

$$\text{Espesor} = 0.24 \text{ cm}$$

$$A_{\text{corte}} = \frac{\pi * 6.5 * 0.24}{2} = 1.56 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto, durante el embrague:

$$\bar{\sigma} = \frac{42}{2.45} = 17.2 \text{ Kg/cm}^2$$

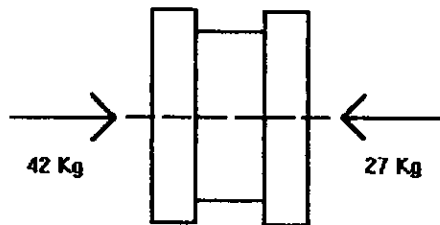


Figura 5.5 Cargas sobre el carrete del soporte principal

y durante el retroceso

$$\bar{\sigma} = \frac{27}{2.45} = 11.11 \text{ Kg/cm}^2$$

por lo tanto se puede esperar que el carrete no falle en corte.

5.4 Diseño de insertos para bancada

Cada soporte de bancada es distinto respecto a los otros, tanto en su forma como en su función. De hecho, los insertos se fabrican a partir de una barra cilíndrica que corresponde al cigüeñal, cojinetes y a la forma original.

Con el fin de señalar en forma posterior las ventajas y desventajas de la propuesta hecha en esta tesis, se a definieron en primer término el diseño de los insertos partiendo de las siguientes secuencias:

- a) Forma
- b) Material

a) Forma.- Luego de la reparación o rectificado del monoblock, se da el problema que es demasiado el corte, y comercialmente no se encuentran los cojinetes a la medida por lo que el monoblock tendra que ser desechado si no se coloca un inserto en el soporte principal. Lo ideal es rescatar esta pieza y aprovecharla el mayor tiempo posible, de aquí surge la idea de colocar insertos en toda la bancada, pues el corte del monoblock es de 0.040"(1.016mm) y tiene desgaste y por ello se desecha, con ayuda de estos insertos se podría continuar en esa medida o bien, a un desgaste de 0.020 pulg, o inclusive tener la forma original.

Un monoblock nuevo se cotiza hasta la fecha de elaboración de este proyecto, en alrededor de \$2500.00, un monoblock usado con opción a corte cerca de \$500.00 y un

monoblock desechado por desbanque a \$7.50 el kilogramo. Los insertos en la bancada harán de un monoblock inservible uno útil, obviamente, si sólo el problema es la bancada del cigüeñal. Los insertos tomarán las dimensiones originales de un monoblock nuevo a 0.000 pulg (estándar), para ello se definirá la forma general de los insertos, dado que son distintos. (ver figuras posteriores)

1.- Inserto del soporte principal.- Como se ha descrito, el inserto tendrá las dimensiones originales del monoblock, y cubrirá a partir del diámetro del barreno del reten, hasta el diámetro base del cojinete, los cuales han sido dañados por culpa del desbanque axial.

De igual forma, se requiere de un anclaje que no permita que el inserto sea movable y provoque desgaste, (en el capítulo anterior se mencionaron tres tipos, rectangular, cuadrado y trapezoidal).

Debido a que la función del inserto es la de recuperar el monoblock y dadas las condiciones del mismo, se utilizará el tipo de anclaje o corte en inserto y soporte, a continuación se citan algunos casos para ejemplificar las aplicaciones:

a) Anclaje cuadrado.- Si el perno de fijación del soporte principal penetra en el barreno de alojamiento o bien, se incrusta en las paredes del mismo, debido a la fricción del volante al utilizar el embrague, y el carrete que sirve de cojinete tiende a liberarse y a girar. Si el perno de ensamble queda incrustado en el soporte, el carrete sólo desgastará las paredes en forma axial y radial con una penetración pequeña; si bien podrían anclarse en una forma cuadrada ($b \cdot a$), donde no se encuentra daño visible de fractura o desgaste.

b) Anclaje rectangular.- Si el perno de fijación permanece en un carrete de mayor dureza con respecto al monoblock, al girarse, se formará una ranura profunda en el soporte; si el monoblock se encontraba rectificado en 0.040 pulg o más, y agregándole el desgaste por fricción del carrete, el soporte se verá afectado gravemente en sus dimensiones en forma radial, para ello se recomienda ampliar una base rectangular

($b > a$; donde $b > a$).

c) Anclaje trapezoidal.- En ocasiones algunos monoblocks encasquillados del soporte principal en sobremedida pueden recuperarse si tienen fijación del tipo cuadrado, y el perfil presenta desgaste o marcas que puedan impedir el acoplamiento exacto del nuevo inserto, entonces se puede usar una base del tipo trapezoidal, con ligeros cortes en ángulos agudos.

Cabe señalar que conforme disminuye el ángulo, la concentración de esfuerzos es mayor sobre todo en forma axial, donde se ejerce la mayor presión y desgaste, por lo que en donde se tendrá mayor problema es en el anclaje de tipo trapezoidal, y mucho menor en el de tipo rectangular.

El inserto debe encontrarse totalmente fijo en el soporte para evitar el desgaste en el monoblock; algunos tipos de encasquillados utilizan tornillos o remaches de bronce para fijar estos; el número de ellos van de uno hasta cuatro; sin embargo, el procedimiento de fijación recomendable es el siguiente:

a) De un sólo tornillo.- Debido a que un sólo barreno en el inserto no lo debilitaría, y dado que la posición va sobre el corte de anclaje no se debilita el soporte.

b) El barreno en el centro del inserto.- La cuerda en el soporte debe de estar bien ubicado para que no afecte la vena de lubricación, o que coincida con la base de los birlos periféricos o de bancada próximos al soporte principal.

c) El diámetro del tornillo no debe de ser menor a $1/4"$ (6.35 mm) ni mayor de $3/8"$ (9.52 mm) debido a que no sólo el tornillo deberá soportar el esfuerzo en forma axial o respecto a la bancada, también debe de evitar que el inserto gire sobre el anclaje; para un tornillo menor de $1/4"$ (6.35 mm) de diámetro no soportaría los esfuerzos; uno mayor a $3/8"$ (9.52 mm) de diámetro ocuparía bastante espacio, y el barreno podría debilitar tanto al inserto como al monoblock, por lo que se recomienda un tornillo de $5/16"$ de diámetro con un grado mayor al #5 de cuerda estándar para soportar las cargas y el torque de apriete.

d) La forma del tornillo debe de ser necesariamente de embutida plana, el inserto deberá de contar con un avellanado que permite alojar totalmente la cabeza del tornillo, para una posterior remoción o cambio de inserto, de igual forma se recomienda que la cabeza del tornillo no toque al carrete o cojinete, para evitar alguna presión indeseable.(Ver Figura 5.6 y 5.7)

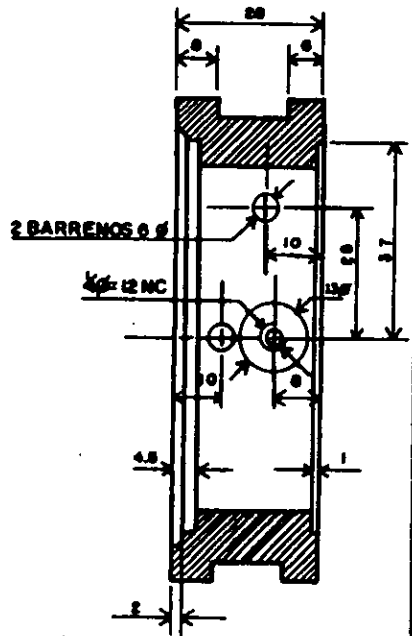
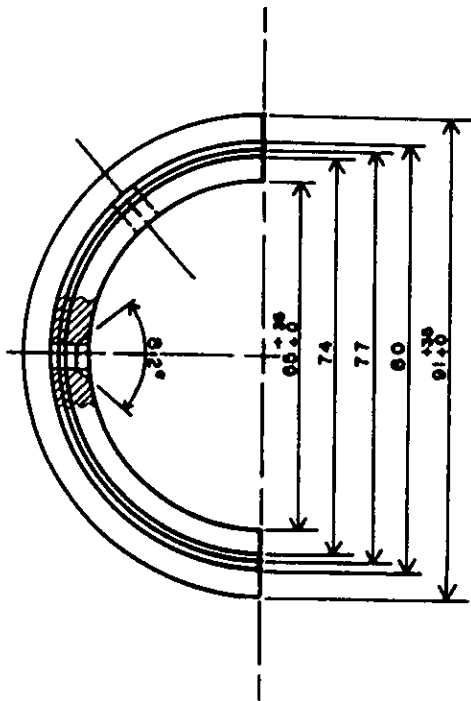
Diseño de insertos del 2o. al 4o. soporte

Debido a que el resto de los soportes sólo sufren un desbanque del tipo radial, no es necesario dar la forma robusta del soporte completo, sólo se utilizarán insertos en forma de recubrimientos, tal y como se muestra.(ver Figuras 5.8,5.9,5.10 y 5.11)

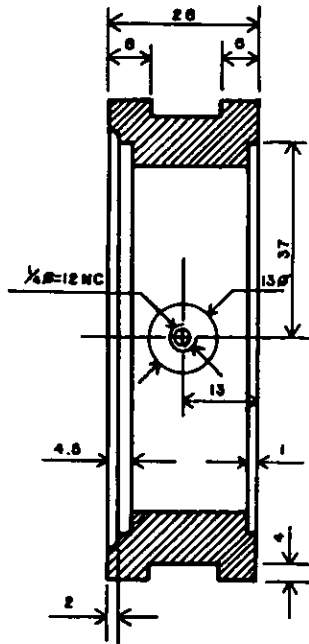
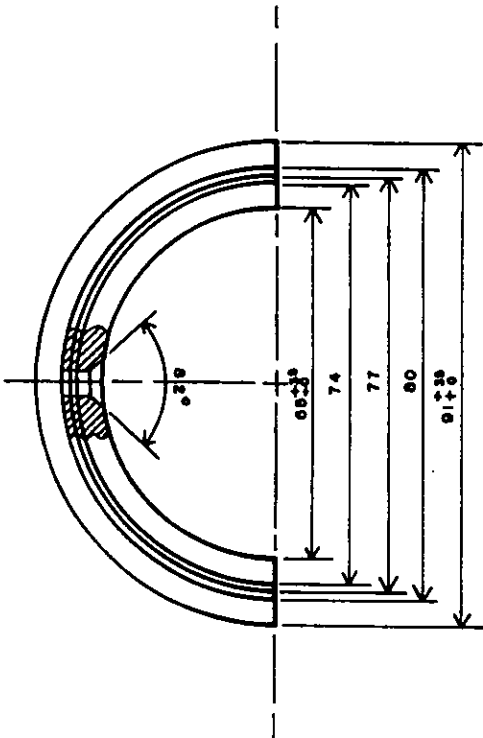
El inserto que es de mayor dureza que el soporte, evita el desbanque de tipo radial, las dimensiones podrían variar tal vez en el diámetro exterior, ya que en el interior es el mismo que en el principal (estandar). Si el corte o rectificado de la bancada es mayor a 0.040"(1.016mm) el inserto cubre el resto. Sin embargo, para mejorar las característica del inserto, el espesor no debe de ser menor a 0.010" (0.0254mm) dadas las condiciones de fijación y corte en el proceso de maquinado, y de igual forma en el corte y rectificado de bancada del monoblock .


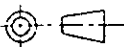
Para fijar el inserto debe utilizarse tornillos de un diámetro mayor a 1/4", y no menor de 1/8" de diámetro, y el tornillo debe de ser de grado 1 o 2, dado que no requiere demasiado torque, el número de tornillos puede ser de un máximo de seis barrenos, sin embargo, en caso de fracturarse el cigüeñal podrían producirse impactos axiales sobre los insertos que producirían fracturas a través de estos barrenos; para evitar el debilitamiento del inserto es recomendable utilizar sólo tres barrenos y triangular su ubicación.

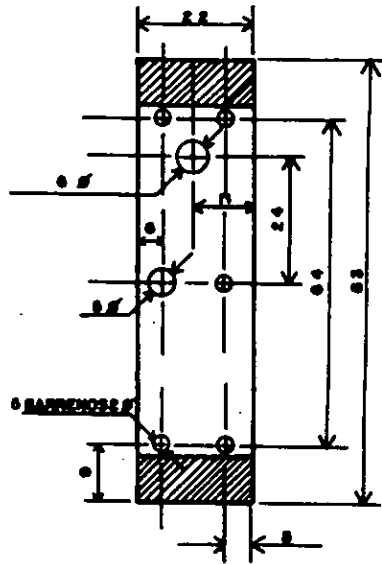
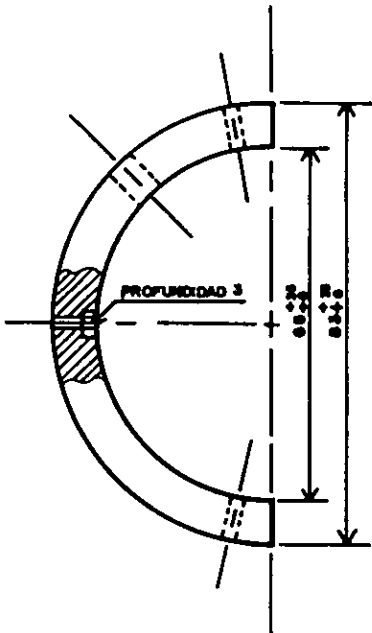
La cabeza del tornillo debe de ser de gota con el respectivo barreno en el inserto; no es necesario conservar la parte superior de la cabeza del tornillo en el proceso de acabado o pulido de la bancada con los insertos, la cabezas se pueden eliminar dando el aspecto de remache.



Escala: 1 : 1	F.E.S-C.(U.N.A.M.)	Fecha: 20-FEBRERO-98	Dibujo: M.B.R Y S.CH.M.
Acotación: m.m.	INSERTO PRINCIPAL IZQUIERDO ACERO 1045 ∇		Revisd: M.I. F. D. C.
			Lamina: 5.6



Escala 1:1	F. E. S.-C. (U.N.A.M.)	Fecha: 20-FEBRERO-98	Dibujo. M. B. R Y S. CH. M.
Acotación m.m.	INSERTO PRINCIPAL DERECHO ACERO 1045 		Revisó M. I. F. D. C.
			Lamina 5.7



Escala:

1 : 1

F. E. S.-C. (U.N.A.M.)

Fecha:

20 FEBRERO-98

Dibujo:

M. B. R. Y S. CH. M.

Acotación:

mm.

INSERTO DEL 2o. Y 3o. SOPORTE IZQ.

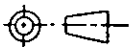
Revisó:

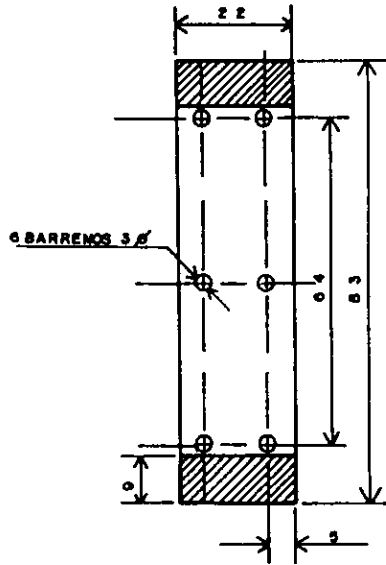
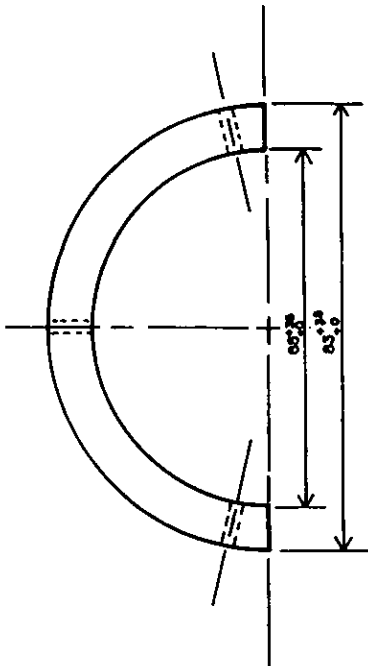
M. I. F. D. C.

ACERO 1045 

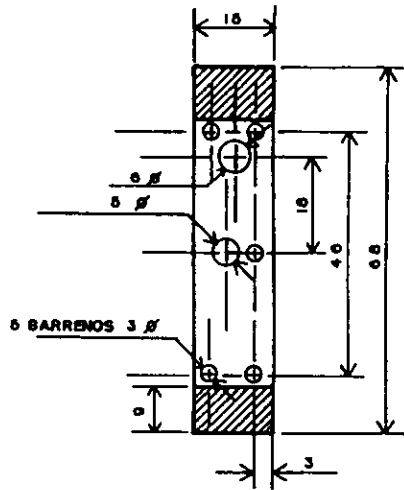
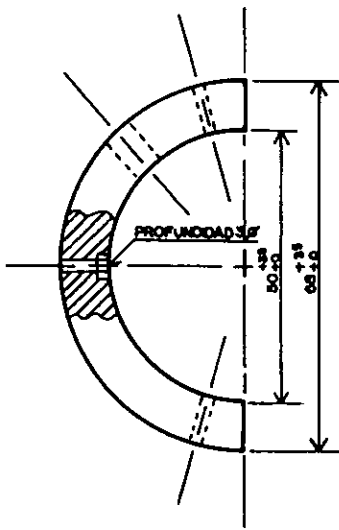
Lamina:

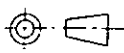

5.8

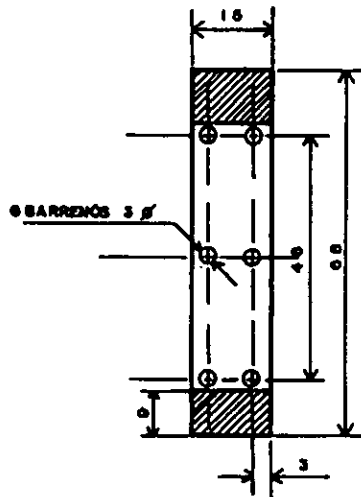
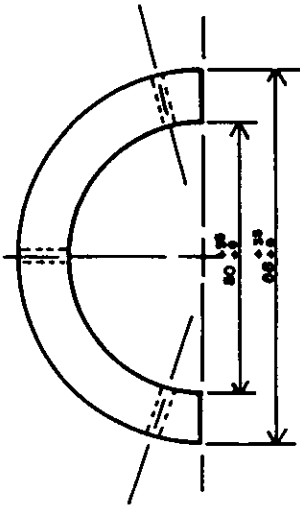




Escala 1 : 1	F. E. S - C. (U.N.A.M.)	Fecha: 20 FEBRERO - 98	Dibujo M. B. R Y S. C. H. M.
Acotación m. m.	INSERTO DEL 2o. Y 3o. SOPORTE DER.		Revisó M. I. F. O. C.
	ACERO 1045		Lomina 59



Escala 1 : 1	F. E. S.-C. (U.N.A.M.)	Fecha 20 FEBRERO-98	Dibujo M. B. R Y S. C. H. M
Acotación m.m.	INSERTO DEL 4o. SOPORTE IZQUIERDO		Revisó. M. I. F. D. C.
	ACERO 1045 		Lamina. 5.10



Escala: 1 : 1

F. E. S.-C. (U.N.A.M.)

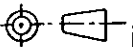
Fecha: 20-FEBRERO-98

Dibujo: M. B. R. Y S. CH. M.

Acotación: m.m.

INSERTO DEL 4º SOPORTE DERECHO

Revisó: M. I. F. O. C.



ACERO 1045 ∇

Lamina: 5.11

b) Material.- Para definir el tipo de material a utilizar en la fabricación de los insertos se debe de analizar primero el proceso al cual se sujetara el empleo de los mismos.

-Preparación del monoblock e insertos para su colocación.

1.- Si se trata de recuperar el monoblock luego de tener algún problema en el soporte principal o en la bancada en general, deberá determinarse primero el tipo de anclaje del inserto principal.

2.- Limpiar perfectamente la superficie de unión de las dos partes del monoblock, dar el torque indicado a los birlos de bancada (30 lb-ft), y cortar la bancada de acuerdo a las condiciones adecuadas para cada inserto.

3.- Maquinar los insertos, con un sobre espesor de al menos 0.003 pulg (0.0762 mm) de diámetro interno por duplicado, debido a que los insertos son de forma cilíndrica y el monoblock se compone de dos partes que se unen exactamente por el centro y a lo largo de la bancada, resulta imposible aprovechar las dos partes de un inserto, dado que el corte del mismo por su centro obligaría a una pérdida de material y al unirla no formaría un círculo exacto. Por ello se emplean dos insertos para cada soporte, se corta con un remanente, que posteriormente se elimina en una rectificadora de mesa, la cual iguala la superficie.

4.- Elaborar barrenos de fijación y lubricación para cada uno de los insertos, de igual forma se procede a barrenar y machueliar los soportes de la bancada.

5.- Fijar los insertos en la bancada, mediante los tornillos adecuados y eliminar los remanentes en los extremos de cada mitad del monoblock.

6.- Cerrar el monoblock , y nuevamente tomamos en cuenta el inciso 1.

7.- Someter a un rectificado de la bancada parar eliminar el sobreesesor 0.003 pulg (0.0762 mm) para alinear completamente los insertos y de igual forma para eliminar las salientes de los tornillos empleados en la fijación.

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

8.- Separar las partes del monoblock para proceder a limpiar las venas de lubricación de la bancada que por el proceso de corte pudiese bloquearse por los residuos.

Lo expuesto anteriormente nos hace observar los siguientes puntos sobre el material a utilizar:

- Si el material original del monoblock es una aleación con base de magnesio-aluminio (58 R_F) y sufre un alto índice de desgaste y aún en insertos convencionales de hierro gris (112 R_F) se da el mismo efecto, aunque en menor medida cantidad, lo lógico es emplear un material de mayor dureza.

- El material seleccionado debe, además de tener una dureza mayor al hierro fundido, ser maquinable, económico (dado que debe de ser costeable recuperar el monoblock) y de mínima dilatación térmica.

- Cualquier acero blando o hierro fundido podría utilizarse para fabricar el inserto, y posteriormente darle un tratamiento térmico, como el cianurado para darle una excelente dureza, sin embargo, sabemos que se tiene que someter a una posterior alineación y rectificación ya instalados los insertos en el monoblock y de donde no se pueda retirar, por lo que se deberá utilizar un acero maquinable y dado las características deseadas se pueden señalar como buenos prospectos los aceros de la serie 10,11,12 y 15 (Según AISI-NOM).

- Debido a la escasa demanda en nuestro país de los aceros de las serie 11,12 y 15 su comercialización es limitada, pero aún un acero de la serie 10 posee mejores características que el hierro fundido gris además de que es más económico y comercial.

5.5 Composición química de los materiales empleados

Monoblock.-Aleación magnesio-aluminio

El monoblock VW 1600 está constituido por una aleación magnesio-aluminio siendo sus principales características las siguientes:

- Ligero (Densidad = 1.7 g/cm^2)
- Puede trabajar a temperaturas tan altas como 180° C
- Es resistente a fugas de presión
- Es posible soldarlo
- Es resistente a la corrosión
- Fácil de fundir e inyectar a presión

Carrete principal.- Bronce

Como en cualquier otro grupo de aleaciones la composición de éstos puede variar de acuerdo al destino o aplicación al cual se quiere destinar por ejemplo en este caso del carrete lo que se necesita es un bronce antifricción resistente al desgaste, bajo presiones y velocidades medianas, que se puedan utilizar para casquillos, cojinetes, chumaceras y trabajos más o menos relacionados a los ya antes mencionados, por lo que el bronce que tiene estas propiedades es la aleación SAE 660 siendo su composición química la siguiente:

ALEACION	%Cu	%Sn	%Pb	%Zn	%Ni	%Fe	%P
SAE 660	81/85	6.2/7.5	6/8	2/4	0.5 max	0.2 max	0.18 max

Insertos especiales.- Acero 1045

Una de las partes principales de esta tesis es la selección de éste material, ya que con este se van a elaborar los insertos especiales en la bancada del motor, por lo que se trabajo más en encontrar y elegir que tipo de acero se iba a escoger y se llegó a la conclusión de que los únicos aceros que servirían y facilitaría el trabajo de elaboración y maquinado serían los de las serie 10,11,12 y 15 por lo que se trato de conseguir estos aceros, pero los aceros de la serie 11,12 y 15 no son comerciales por lo que no es fácil encontrarlos y se procedió a trabajar con los de la serie 10 y observándose que son muy dúctiles los aceros al bajo carbono y no soportaría tanta fuerza radial como un acero al alto carbono pero este tipo de acero no es fácil de maquinar, por lo que se concluye que el mejor acero de la serie 10 es el de medio carbono que es fácil de trabajar y tiene buenas propiedades mecánicas apto para el trabajo que se requiere por lo tanto se seleccionó un acero 1045 que es comercial en nuestro país, y que tiene la siguiente composición química:

Designación	C	Mn	P. max.	S. max.
AISI 1045	0.43-0.50	0.60-0.90	0.040	0.050

5.6 Análisis y cotización de costos unitarios

Uno de los aspectos que influyen en la realización de proyectos, es el económico, para mostrar la viabilidad en el empleo de los insertos de acero, respecto a las opciones de reparación, tenemos las siguientes cotizaciones:

1.- Si el monoblock se repara por primera vez o se encuentra en condiciones para efectuar un corte en línea y existe la falla de desbanque se tendría que rectificar el motor en un taller especializado en el cual encontramos los siguientes costos:

-Rectificado de motor.....\$150.00

-Carrete sobre medida de bronce.....\$ 80.00

lo cual significa un desembolso de \$230.00 (las ventajas y desventajas de esta reparación se encuentra en el capítulo anterior).

- Si se necesita encasquillar en forma convencional (inserto metálico en el soporte principal) el costo de la reparación varía de acuerdo al material o procesos de cada rectificadora, sin embargo en promedio se cobra:

-Encasquillado convencional.....\$230.00

(incluye el carrete sobre medida)

2.- Si se emplea el proceso de encasquillado en toda la bancada del cigüeñal los costos que se establecen en este tipo de trabajo son los siguientes:

-El empleo de insertos especiales o encasquillado completo podrá cotizarse en \$800.00 considerando que no sólo se elabora el inserto del soporte principal, también se cubre el costo del segundo al cuarto soporte.

3.- Otra manera de hacer funcionar el motor es la compra de otro monoblock nuevo por lo que se ahorraría todos los costos de los dos puntos que anteriormente se ha expuesto, pero tan sólo el precio del monoblock nuevo oscila entre los \$2000.00 y \$2500.00, por lo que se llegaría a un costo mucho mayor. Sin embargo, el problema por

el cual se desechó el otro monoblock seguiría, por lo que en un tiempo similar de uso éste también se dañaría y por consiguiente se desearía.

La diferencia entre cada una de las opciones además de lo económico, es la funcionalidad, la vida útil del monoblock redituado a una inversión a largo plazo, si bien el uso de los insertos especiales representan en más del doble con respecto a un encasquillado convencional es sin embargo, solo del 60% de un monoblock nuevo, ambos con las mismas dimensiones y al menos, con una vida útil mayor para la reparación usando los insertos.

Por último, cabe señalar que estos gastos no son los únicos que se tiene en una reparación de este tipo, sino que además se tiene que pagar la mano de obra que esta entre \$600.00 y \$650.00 además de la compra de metales de bancada en estándar o 20, 40, 60 (como se pueden emplear en el caso 1) y todo lo que necesite el motor a reparar. Este último punto es la única relación que existe entre todos los incisos anteriores.

Tabla 5.1 Tabla comparativa de costos

Tipo	1	2	3	4
Rectificado	\$150.00	\$150.00	-----	-----
Carrete	\$80.00	-----	-----	-----
Encasquillado	-----	\$230.00	\$800.00	-----
Monoblock nuevo	-----	-----	-----	\$2500.00
Total	\$230.00	\$380.00	\$800.00	\$2500.00

- 1.- Cuando es reparado por primera vez
- 2.- Encasquillado convencional
- 3.- Encasquillado en toda la bancada
- 4.- Monoblock nuevo

5.7 Ventajas y desventajas

Como se ha mostrado anteriormente, el diseño y aplicación de estos insertos en la bancada del monoblock VW 1600 permite tomar las ventajas del corte en línea y con encasquillado convencional, lo que disminuye las desventajas, para ello hablaremos de las ventajas generales de este proyecto:

- 1.- Permite recuperar monoblocks que por desgaste en la bancada se consideran como inservibles.
- 2.- Al colocarse los insertos en todos los soportes, se evita el desbanque axial y radial.
- 3.- El monoblock recupera sus dimensiones originales.
- 4.- No es necesario una posterior rectificación del monoblock.
- 5.- Resulta imposible el hecho de que un perno de fijación penetre en el inserto o en las paredes del barreno, y libere el cojinete, como sucede aún en monoblocks nuevos.
- 6.- Si no existe desgaste en la bancada, las piezas en contacto, como son cigüeñal, cojinetes, bielas, árbol de levas, etc. no sufren deterioro. Con un adecuada calidad y limpieza del lubricante, pueden tener una vida útil mayor.
- 7.- Si se desea empaacar el monoblock, ya sea cambiar cojinetes de bancada o bien, cambiar el cigüeñal, no es necesario utilizar carrete sobre medida o rectificar el monoblock (que de hecho no se rectifica más), únicamente se compra en la medida interna necesaria para el cigüeñal y en estandar exterior para el monoblock.
- 8.- En caso de que el cigüeñal se fracture, los insertos soportan el balanceo y resulta mínima la probabilidad de deterioro, dado que el cojinete es el primer elemento en absorber las vibraciones y posteriormente el inserto.
- 9.- Al menos se le garantizaría una vida útil del monoblock de 9000 horas de trabajo, lo que bajo condiciones normales de operación, un corte en línea o monoblock nuevo, puede durar máximo 2500 horas de trabajo, implicando una buena inversión a largo plazo.

10.- En cuanto a los costos de reparación es mucho más económico la colocación de los insertos que comprar el monoblock nuevo, como se describirá posteriormente.

Como desventaja, podríamos expresar que los insertos diseñados se emplean sólo para recuperar o reciclar estas piezas automotrices, siempre y cuando los insertos o el monoblock no sufran un daño irreparable, pues únicamente serviría para ser utilizado en un horno de fundición.

5.8 Resultados Preliminares

Como se ha descrito en los capítulos anteriores, la idea de utilizar insertos para bancada en el monoblock VW 1600, es el producto de una serie de métodos y adaptaciones para evitar el desbanque axial y radial, pero sobre todo, su aplicación se amplía en las series VW 1200, 1500 y 2000 enfriados por aire.

Durante el desarrollo del trabajo de tesis, se reparó un monoblock con los insertos especiales; desarrollando trabajo pesado (transporte colectivo "combi") durante un tiempo aproximado de 2500 horas en un período de 10 meses. Las condiciones generales del motor al término de este período fueron:

- Fractura en el pistón 2.
- Ruptura de anillos de compresión de los pistones 1 y 2.
- Buje holgado en la biela # 2.

Sin embargo, las condiciones del monoblock no se modificaron durante dicho lapso, y se observó el siguiente estado en el mismo:

- Nulo desgaste en los insertos de bancada del cigüeñal, tanto en forma radial como axial.
- Anclaje y fijación en perfecto estado.

Gracias a esto tanto la reparación como los costos fueron mínimos, los daños no afectaron el monoblock, por lo que este motor continuó en operación sin ningún problema.

En contraste, un monoblock fue reparado con el encasquillado convencional, el motor fue sometido al mismo tipo de trabajo y tiempo de operación. Los daños fueron mínimos en conjunto y bielas; sin embargo, el principal motivo por el cual se decidió retirar de operación fué por fuga de aceite en la parte frontal del cigüeñal, en donde se ubica la polea. Los daños en la bancada sobre todo del segundo al cuarto soporte, corresponde a un desbanque radial; cabe señalar que el inserto del soporte principal presenta una marca visible y de aproximadamente a 0.004" (0.1016 mm), lo cual demuestra que el material empleado para la elaboración del inserto no es el adecuado, o bien la instalación permitió una holgura mayor a 0.003" (0.0762 mm), que bien pudo haber propiciado vibración y desgaste en los soportes de la bancada (En las figuras 5.6 y 5.7 se observán los insertos del soporte principal)

El primer resultado corresponde al encasquillado propuesto y el otro al encasquillado convencional, donde se distinguen las marcas producidas durante el mismo período de trabajo.

Cabe señalar que los insertos principales reducen el riesgo de daño irreparable en un monoblock, en caso de una fractura del cigüeñal. Normalmente, en estos casos, sufre este daño el segundo y el tercer soporte ya que, estos absorben el golpe del cigüeñal, por lo que es necesario rectificar la bancada (reuniendo las características mencionadas en el capítulo anterior). El uso de insertos especiales evita desgaste y soportan el impacto de una fractura en el cigüeñal.

CONCLUSIONES

Después del trabajo realizado, se pueden establecer las conclusiones siguientes:

1.- Mediante el uso de insertos especiales se puede aumentar la vida útil del monoblock VW 1600 y en general de los elementos que lo componen

2.- Para monoblocks de fabricación extranjera como el VW 2000 el costo de reparación con insertos de este tipo es menor al costo que si se reemplazara por un monoblock nuevo; de la misma forma, para motores VW 1500 y VW1200 (descontinuados) los resultados son similares.

3.- La reparación con los insertos especiales, representan un ahorro de 70% del valor de un monoblock nuevo.

4.- Los insertos hechos con acero de medio carbono (Acero 1045) mostraron un buen desempeño durante el trabajo.

5.- La solución en muchos casos al problema de desbanque del motor VW 1600 son los insertos especiales, por lo que se sugiere que desde su fabricación, el monoblock incluya estos insertos.

Por último, se puede establecer que en la presente tesis se aplicaron en gran medida los conocimientos adquiridos en nuestra facultad en materias como Dibujo, Termodinámica, Tecnología de materiales etc. Así mismo, el conocimiento adquirido durante la practica nos dió la oportunidad de aplicar lo antes mencionado, de tal modo que el trabajo realizado es la integración siempre deseada de la teoría con la práctica y que se espera sea de utilidad tanto para el futuro ingeniero como para las personas que se dedican al mantenimiento y reparación de motores para automóvil VolksWagen

B I B L I O G R A F I A

Motores de combustión interna

Edward f. Obert

Compañía editora continental S.A.

México D.F. 1977

Proceso de motores de combustión interna

Lester C. Lichty

Mc Graw Hill

Madrid 1970

El motor de explosión

E. Petit.

Edit. Gustavo Gili, S.A.

Barcelona 1971

The internal combustion engine in theory and practice

The M.I.T. press

Massachusetts Institute of the Tecnology

Cambridge, massachusetts E.U. 1971

El motor de gasolina

Miguel Castro Vicente

Ediciones C.E.A.C.

Barcelona 1989

Motores endotérmicos

Dr.Ing. Dante Giancosa

Edit. dossat, S.A.

Madrid 1979

Mecánica de los pequeños motores

Williams H. Crouse y Donald I. Anglin

Edit. Alfa Omega Marcombo

Madrid 1996

El motor de dos tiempos
Miguel de Castro Vicente y Segundo Estevez Somolinos
Ediciones C.E.A.C.
Barcelona 1992

Internal combustion engines theory and design
V.L. Maleev, M.E.
Mc Graw Hill
Tokyo 1945

Energía y maquinas térmicas
Francisco Rosello Coria y Luis Francisco Arreola Quijada
Edit. L.I.M.U.S.A.
México 1983

Manual de reparación y afinación
Modelos Volkswagen 1970-79
Chilton Book Company
Radnor, Pennsylvania
Edit. L.I.M.U.S.A. 1985

Manuales para el taller
Volkswagen, Combi 1200,1500,1600
Scientific Publications PTY. LTD.
Editorial Continental 1988