

INACAP®

MANTENCIÓN DE MOTORES DIESEL



Especialista Técnico
Enrique Contreras

Edición N°1

Lugar de Edición
INACAP Capacitación

Revisión N°0

Fecha de Revisión
Marzo 2001

Numero de Serie
MAT-0900-00-004

ÁREA MECÁNICA

Í N D I C E

CONTENIDOS	PÁGINA
■ CAPÍTULO I LA CONSTRUCCIÓN PRINCIPAL DEL MOTOR	3
■ CAPÍTULO II LA CÁMARA DE COMBUSTIÓN	4
■ LA CULATA DEL CILINDRO	9
■ UBICACIÓN DE LOS PUERTOS DE ADMISIÓN Y ESCAPE	10
■ UBICACIÓN DE LOS PUERTOS DE ADMISIÓN EN TIPO DE INYECCIÓN DIRECTA	11
■ EMPAQUETADURA DE LA CULATA DEL CILINDRO	12
■ EL BLOQUE DEL CILINDRO Y LAS CAMISAS	14
■ LA CAMISA DEL CILINDRO	15
■ CAPÍTULO III LOS PISTONES	16
■ TIPOS DE PISTONES	17
■ LOS ANILLOS DEL PISTÓN	18
■ OPERACIÓN DE LOS ANILLOS DEL PISTÓN	20
■ CAPÍTULO IV EL CIGÜEÑAL	23
■ LAS BIELAS DEL CIGÜEÑAL	24
■ LOS COJINETES	25
■ EL AMORTIGUADOR DE TORSIÓN	27
■ CAPÍTULO V LAS VÁLVULAS	29
■ LOS MECANISMOS DE LAS VÁLVULAS	29
■ TIPOS DE VÁLVULAS	30
■ LOS RESORTES DE LAS VÁLVULAS	31
■ LOS IMPULSORES	33
■ ENGRANAJE DE SINCRONIZACIÓN	33
■ LA RUEDA VOLANTE	34

CONTENIDOS	PÁGINA
■ CAPÍTULO VI EL SISTEMA DE LUBRICACIÓN	35
■ VISIÓN GLOBAL	35
■ LA BOMBA DE ACEITE	37
■ ENFRIADOR DE ACEITE	39
■ TIPOS DE FILTROS DE ACEITE	40
■ AJUSTES DE LA PRESIÓN DEL ACEITE	42
■ CAPÍTULO VII SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	44
■ VISIÓN GLOBAL	44
■ LA BOMBA DE AGUA	45
■ EL TERMOSTATO	47
■ EL EMBRAGUE DEL VENTILADOR	48
■ EL RADIADOR	50
■ CAPÍTULO VIII EL SISTEMA DE ADMISIÓN DE AIRE Y ESCAPE	54
■ EL MÚLTIPLE DE ADMISIÓN	54
■ EL MÚLTIPLE DE ESCAPE	55
■ CAPÍTULO IX EL FILTRO DE AIRE	56
■ ELEMENTO FILTRANTE DEL TIPO SECO	57
■ ELEMENTO FILTRANTE DEL TIPO HÚMEDO	57
■ TIPO DE BAÑO DE ACEITE	58
■ CAPÍTULO X EL TURBOCARGADOR	59
■ LA TURBINA	60
■ EL INYECTOR DE AIRE	61
■ LOS COJINETES	62
■ EL CONTROL DEL TURBOCARGADOR	62
■ ENFRIADOR INTERMEDIO DEL AIRE	64

CAPÍTULO I / LA CONSTRUCCIÓN PRINCIPAL DEL MOTOR



Los **cilindros, las cámaras de combustión y los mecanismos que activan las válvulas** constituyen las partes principales del motor. El dibujo que se presenta a continuación es de un motor de cuatro ciclos y seis cilindros en línea, con válvulas superiores, que muestra la ubicación y la forma de las diferentes partes dentro del motor.

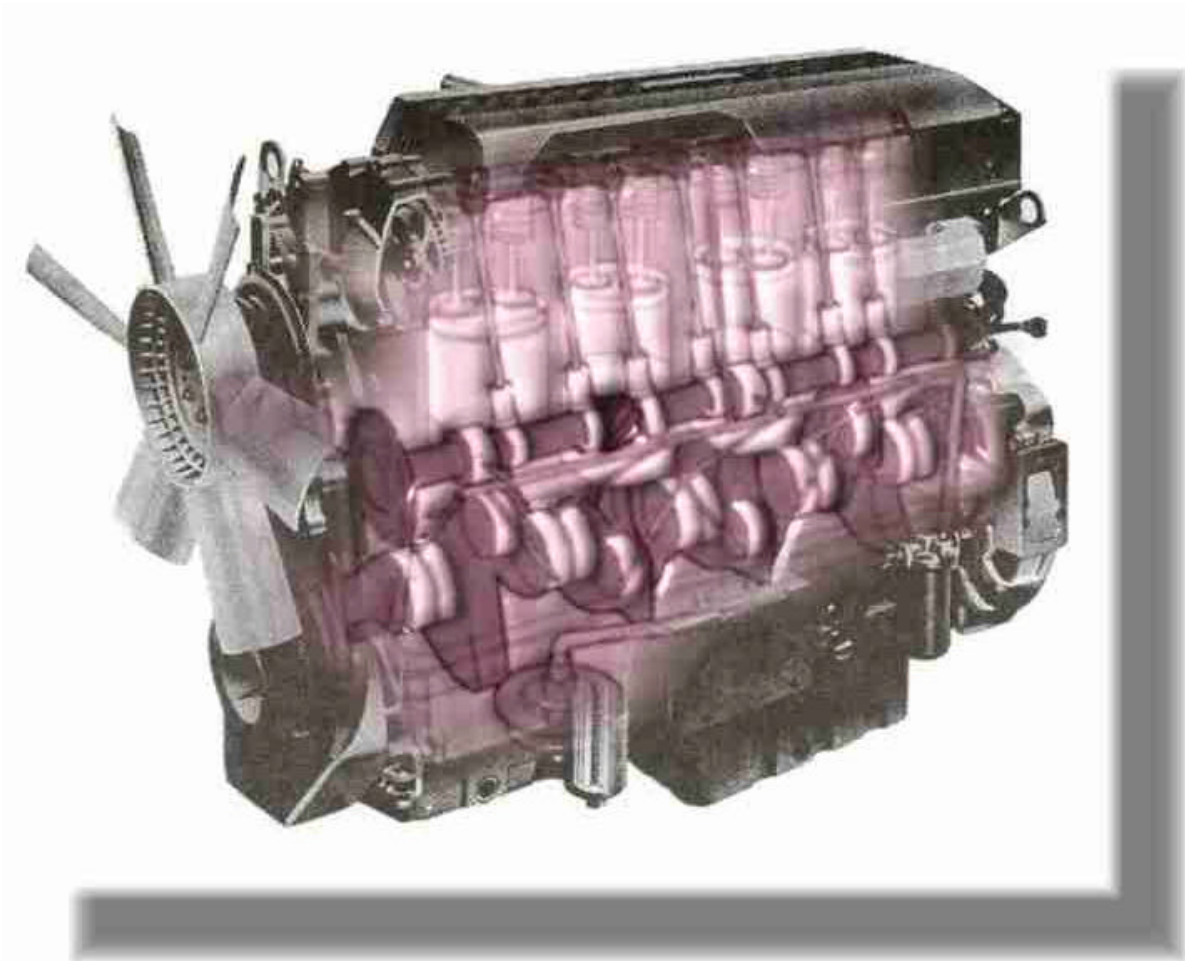


Fig. 1: DIBUJO DE UN MOTOR DE 4 CICLOS Y 6 CILINDROS, CON VÁLVULAS SUPERIORES

CAPÍTULO II / LA CÁMARA DE COMBUSTIÓN

En los motores Diesel, se inyecta el combustible a la cámara de combustión, en la forma de un aerosol atomizado mediante las boquillas de inyección. Después de esto, se mezcla el combustible con el aire y ocurre la autoignición.

Para lograr una buena combustión, se requiere una buena mezcla del combustible inyectado y el aire. Cada uno de estos tipos de cámaras tiene sus propias características.

Existen dos tipos generales de cámaras de combustión; el tipo sencillo y aquellos que tienen cámaras auxiliares. A continuación, se presenta las diferencias básicas.

TIPOS DE CÁMARA DE COMBUSTIÓN

CÁMARA SENCILLA: TIPO DE INYECCIÓN DIRECTA

**MOTORES
GRANDES**

**MOTORES
MEDIANOS**

**CÁMARA AUXILIAR: TIPO DE CÁMARA DE PRE-COMBUSTIÓN
TIPO DE CÁMARA DE REMOLINO**

**MOTORES
PEQUEÑOS**

1. TIPO DE INYECCIÓN DIRECTA

En la Figura 2, se muestra un ejemplo de la inyección directa. La cámara de combustión está formada por la parte superior del pistón y la parte inferior de la culata del cilindro. La boquilla de inyección inyecta directamente el combustible bajo alta presión a esta cámara, en donde ocurre la combustión.

Para asegurar una combustión completa en este tipo de cámara, es necesario mejorar la mezcla combustible-aire, haciendo un remolino de aire. Se logra esto mediante la combinación del remolino y el microrremolino en el puerto de admisión del aire, que se conoce como el Sistema de Micromezclado de Hino (S.M.M.H.).

A continuación, se mencionan los aspectos importantes de los sistemas de inyección directa.

- La forma de la cámara de combustión es sencilla; la superficie es comparativamente pequeña y por esto la eficiencia de la combustión es alta y hay un consumo bajo de combustible.
- Debido a la simplicidad de la construcción de la culata del cilindro, raras veces se presentan daños debido a distorsiones pequeñas por calor.
- Es relativamente fácil arrancar el motor, y por esto, no se hace necesario un precalentamiento a temperaturas normales.
- En comparación con el tipo con cámara auxiliar, el remolino de aire es más débil, así que la presión de la inyección del combustible puede ser tan alto como 170 a 230 kg/cm² (2417 a 3270 lb/pulg.²), y se puede utilizar una boquilla de aperturas múltiples.
- La capacidad de encendido del combustible y las condiciones de la atomización influyen en la sensibilidad de la combustión.

2.1 TIPO DE PRECOMBUSTIÓN

En la Figura 4, se muestra cómo se ubica la cámara de precombustión en la parte superior de la cámara principal de combustión, y está formada por la cabeza del cilindro y la superficie superior del pistón.

La boquilla de inyección rocía el combustible en la cámara de precombustión, en donde se quema una parte del combustible. Conjuntamente con esta precombustión, se da un aumento en la presión y la temperatura, lo cual causa la expulsión del combustible a la cámara de combustión principal, en donde se mezclan bien el combustible y el aire mediante la acción del remolino. Así, ocurre la combustión de dos etapas dentro de este tipo de cámara de combustión.

El volumen de la cámara de precombustión constituye entre el 25 y el 45 por ciento del volumen total de la cámara de combustión, y hay pasajes pequeños ubicados entre la cámara de precombustión y la cámara principal de combustión.

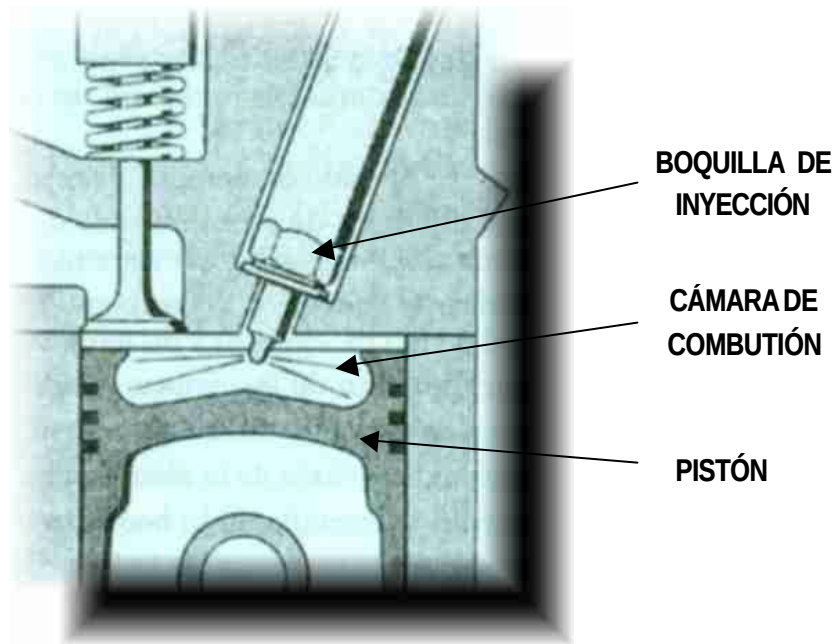


Fig. 2: EL TIPO DE INYECCIÓN DIRECTA

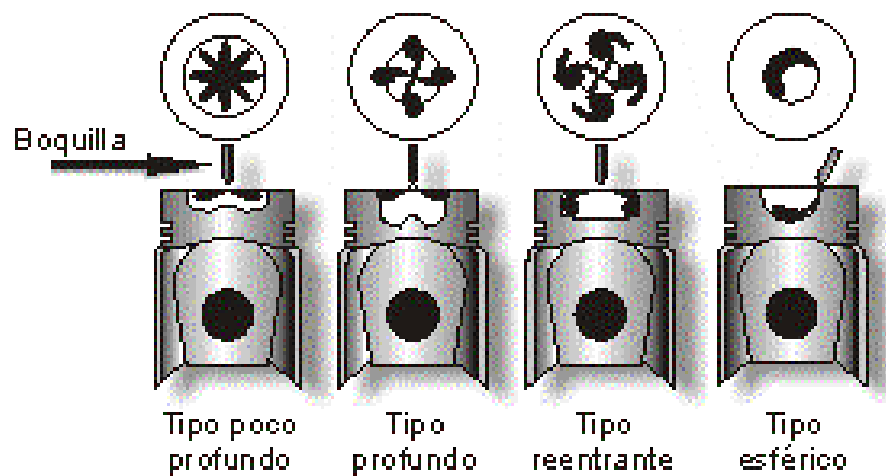


Fig. 3: FORMAS DE LAS CÁMARAS DE COMBUSTIÓN DE INYECCIÓN DIRECTA Y CONDICIONES DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE

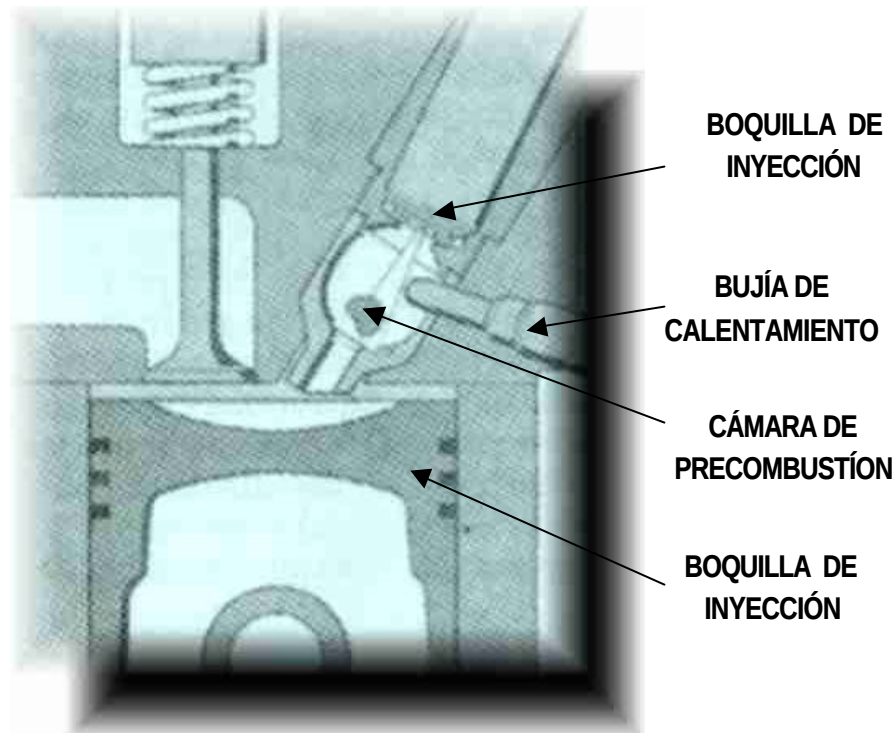


Fig. 4 TIPO DE CÁMARA DE PRECOMBUSTIÓN

Los aspectos principales de las cámaras de precombustión son los siguientes:

- La acción de chorro que resulta de la combustión de parte del combustible en la cámara de precombustión, causa la combustión en la cámara principal, y mejora la ignición del combustible y las condiciones del atomizado. Esto, a su vez, reduce el golpeteo del diesel y asegura una operación silenciosa del motor.
- La presión de inyección del combustible es relativamente baja, de 100 a 120 kg/cm² (1422 a 1706 lb/pulg.²).
- Se produce una buena mezcla del combustible con el aire.
- La estructura de la culata del cilindro es complicada.

- El área de la cámara de combustión es grande, así que hay una pérdida importante del calor y el consumo de combustible es alto.
- Se hace necesario un precalentamiento, ya que los pasajes pequeños hacen que sea difícil aumentar la temperatura de la cámara de precombustión.

2.2 TIPO REMOLINO

Las cámaras de remolino se caracterizan por una cámara esférica dentro de la culata del cilindro. Durante la compresión, se establece un remolino fuerte en la cámara de combustión de tipo remolino, hacia la cuál las boquillas de inyección rocían el combustible. La cámara está diseñada para que ocurra una ignición suficiente en la de combustión.

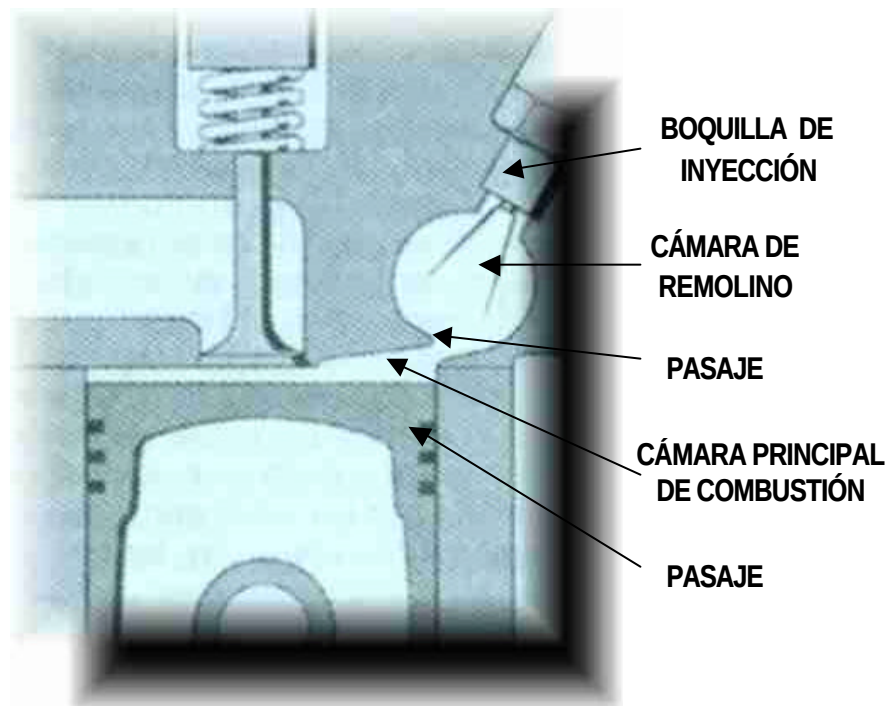


Fig. 5: TIPO DE CÁMARA DE REMOLINO

La presión de la inyección del combustible es aproximadamente igual a la utilizada en el tipo de cámara de precombustión.

Los aspectos principales de las cámaras de combustión de remolino son los siguientes:

- Debido la fuerte acción de remolino, se da una buena mezcla del combustible-aire y la presión media efectiva es alta. El consumo de combustible es aproximadamente igual a la cámara de precombustión.

- Este diseño es comparativamente apropiado para motores de altas revoluciones, así que hay posibilidad de un ámbito amplio de velocidad de rotación.
- La estructura de la culata del cilindro es complicada.
- La posibilidad de ignición del combustible es sensible, así que ocurre fácilmente el golpeteo del diesel.
- De la misma forma que el tipo de cámara de precombustión, se necesita el precalentamiento cuando arranca el motor.

LA CULATA DEL CILINDRO

Como parte fundamental de la cámara de combustión, la culata del cilindro está continuamente sujeta a calor y presión. Por lo tanto, generalmente las culatas del cilindro son fabricadas de hierro fundido, pero algunas piezas son hechas de una aleación de aluminio, debido a la necesidad de la transferencia del calor y la capacidad de enfriamiento.

La estructura de la culata del cilindro varía según la ubicación del puerto de admisión, la estructura de la cámara de combustión, la ubicación de las boquillas de inyección y el número de válvulas. Todo lo anterior tiene un impacto de gran influencia en el desempeño de motor.

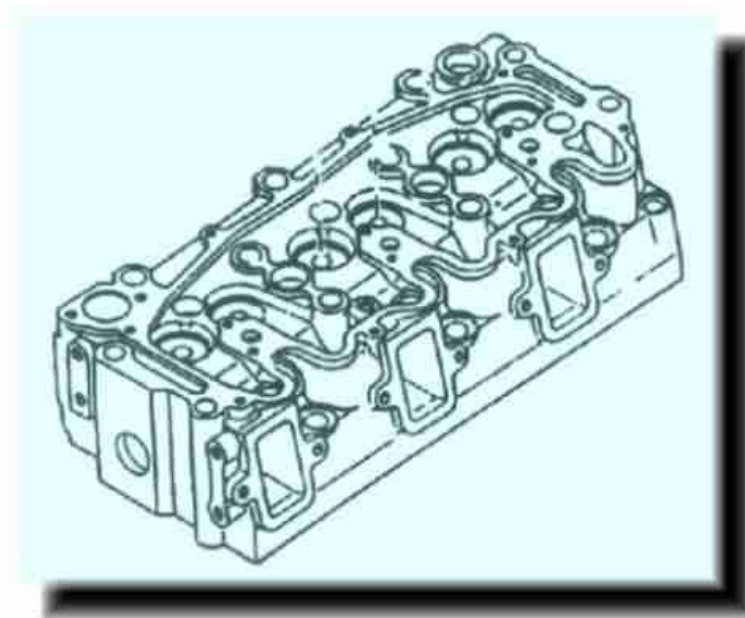


Fig. 6: LA CABEZA DEL CILINDRO

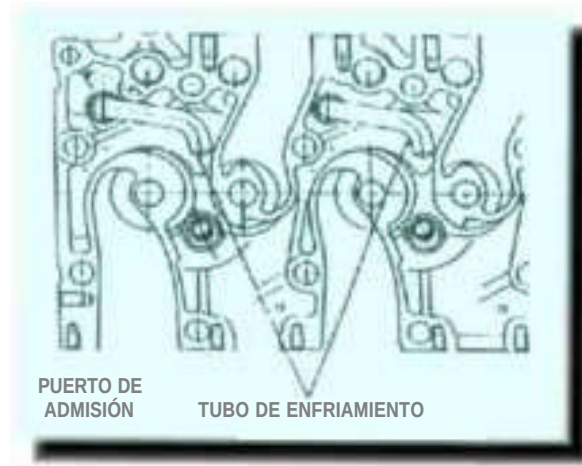


Fig. 7: LA ESTRUCTURA DE LA CULATA DEL CILINDRO

UBICACIÓN DE LOS PUERTOS DE ADMISIÓN Y ESCAPE

En la Figura 8, se muestra la ubicación de los puertos de admisión y escape. Los dos tipos principales de distribución son:

- Del flujo cruzado.
- El contraflujo.

En el tipo de flujo cruzado, los puertos de admisión y de escape están uno frente al otro. En el tipo de contraflujo, los puertos de admisión y de escape están orientados hacia el mismo lado.

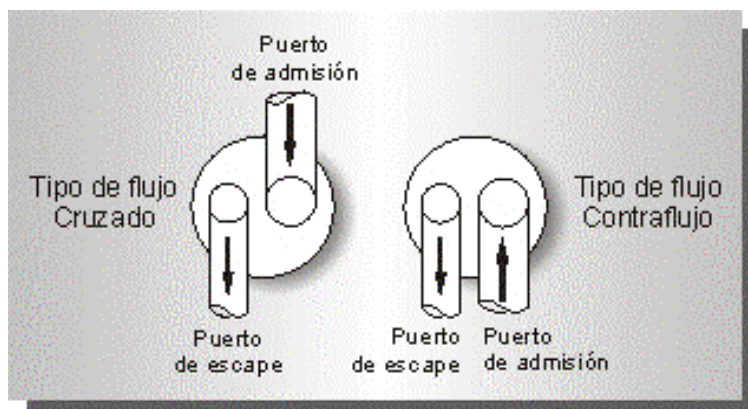


FIG. 8: UBICACIÓN DE LOS PUERTOS DE ADMISIÓN Y ESCAPE

UBICACIÓN DEL PUERTO DE ADMISIÓN EN EL TIPO DE INYECCIÓN DIRECTA

En un cilindro con inyección directa, la admisión del aire causa un remolino en el aire y se utiliza al máximo el efecto del remolino del puerto de admisión. Es por esto que este tipo de puerto se llama **“PUERTO DE ADMISIÓN”**.

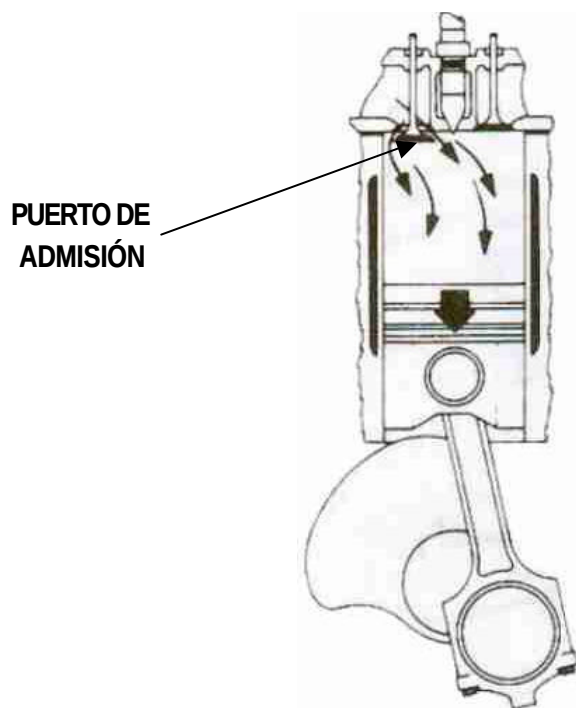


Fig. 9: PUERTO DE ADMISIÓN EN UN CILINDRO DEL TIPO DE INYECCIÓN DIRECTA

EMPAQUETADURA DE LA CULATA DEL CILINDRO

Esta sella el espacio entre las caras del bloque de cilindros y la culata del cilindro, contra fugas de los gases de combustión, el agua de enfriamiento y el aceite. Por esta razón, tiene que soportar presiones y temperaturas altas.

Los tipos principales de empaquetaduras de la culata del cilindro son de metal, compuestos y aislantes.

Fig. 10: EL EMPAQUE LAMINADO

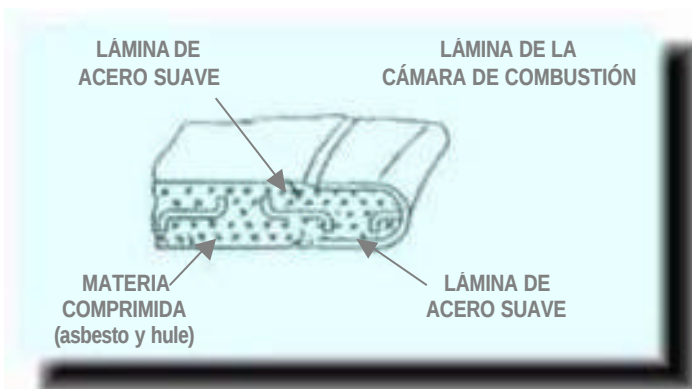
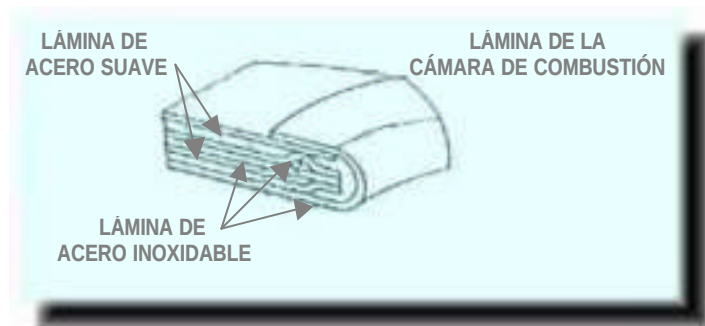
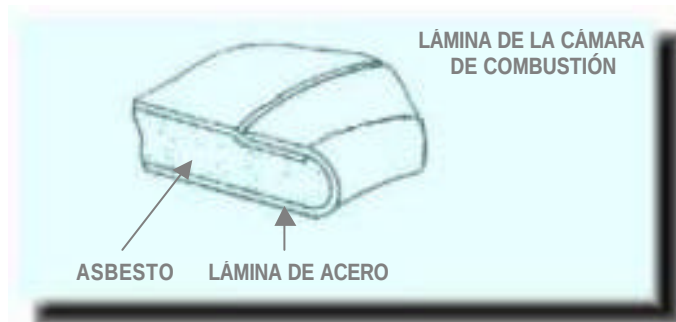


Fig. 11: EL EMPAQUE METAL-ASBESTO

Fig. 12: EL EMPAQUE TIPO SANDWICH



Se puede encontrar los tres tipos en los motores ; sin embargo, se utilizará el tipo de acero y asbesto para esta explicación.

Además de la construcción compuesta de acero y asbesto, hay un anillo de acero inoxidable insertado en la estructura, que sirve como aro de refuerzo sellador contra los gases, alrededor de la periferia exterior de la cámara de combustión.

También se aplica un compuesto sellador de látex a una lámina batidora que sirve como sellador de aceite y se usa un anillo de hule en los orificios de agua para un sello positivo.

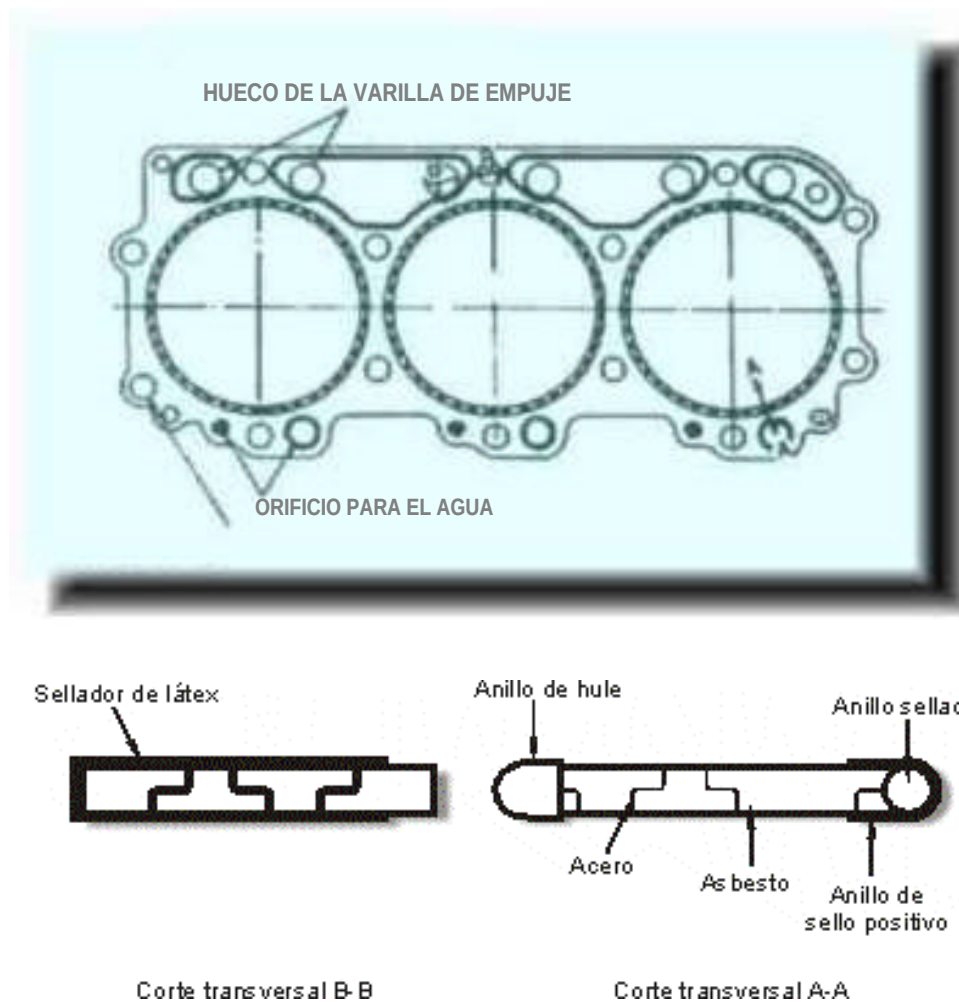


Fig. 13: EL EMPAQUE DE LA CABEZA

EL BLOQUE DE CILINDROS Y LAS CAMISAS

Además de las funciones del diseño básico de las muñoneras de los cojinetes del cigüeñal, existen conductos dentro de ellas para el paso del agua refrigerante y del aceite lubricante. Se ha dado suficiente consideración a la necesidad de soportar altas presiones en los momentos de combustión y las vibraciones causadas por la rotación.

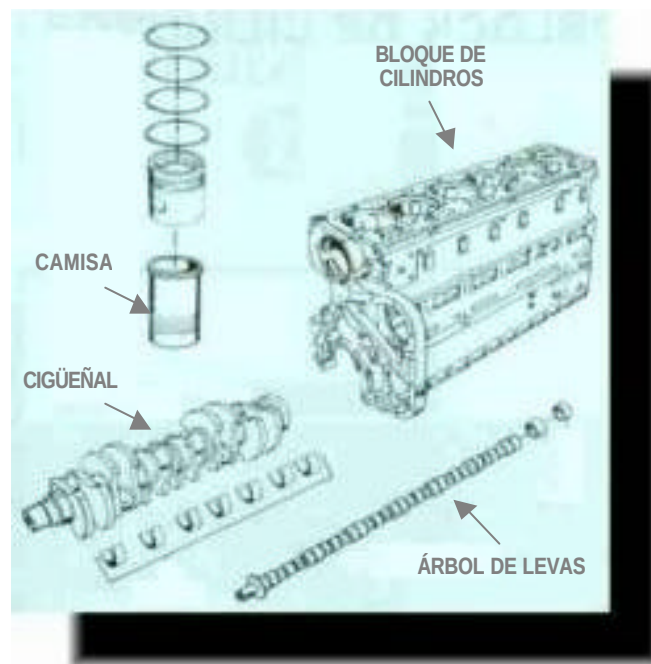


Fig. 14: EL BLOQUE DE CILINDROS Y LA CAMISA

LA CAMISA DEL CILINDRO

Hay camisas de tipo mojado y tipo seco.

Por lo general, se usa la **camisa de tipo mojado** dentro del motor grande de tipo diesel, y la humedad viene de la condensación producida por el agua de enfriamiento que entra en contacto directo con el bloque en la parte exterior de la camisa.

Mientras que las **camisas de tipo seco**, se encuentran en muchos motores pequeños, y son secos debido a que toda la superficie exterior de la camisa entra en contacto cercano con el bloque de cilindros.

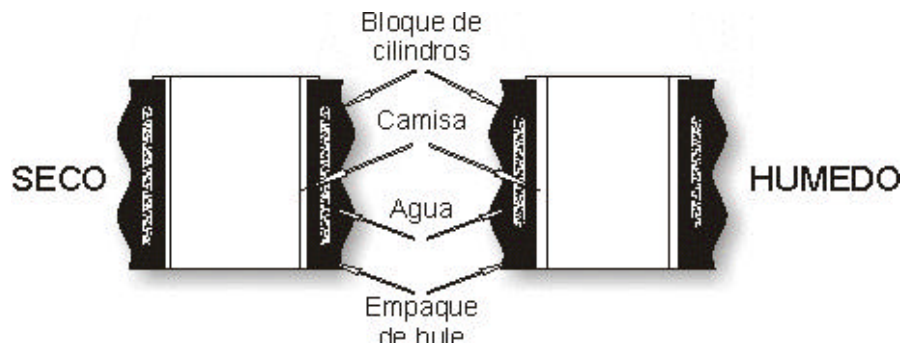


Fig. 15: CORTE TRANSVERSAL DEL BLOQUE DE CILINDROS

Se fabrican las camisas de un hierro fundido especial y algunas de un acero tubular de una aleación especial [el grosor de la pared varía de 1 a 1,5 mm (0,039 a 0,059 pulg.)]. Primero se barrena y después se inserta en el bloque, o de otra forma, se inserta primero dentro del bloque y luego se barrena para terminar la superficie interior.

Después de barrenar la camisa, la superficie interior recibe un acabado cromado para mejorar su resistencia a la abrasión. Algunas de las superficies cromadas reciben un procesamiento para producir en ellas propiedades de autolubricación.

CAPÍTULO III / LOS PISTONES

Los pistones que se utilizan en los motores de diesel tienen que ser mucho más resistentes que aquellos que se utilizan en los motores de gasolina. Los pistones más comunes, de aleaciones de aluminio, son diseñados con una forma ahusada u ovalada, como se muestra en la Figura 16. Esto se debe a que la conducción térmica de estas porciones es mayor que las otras.

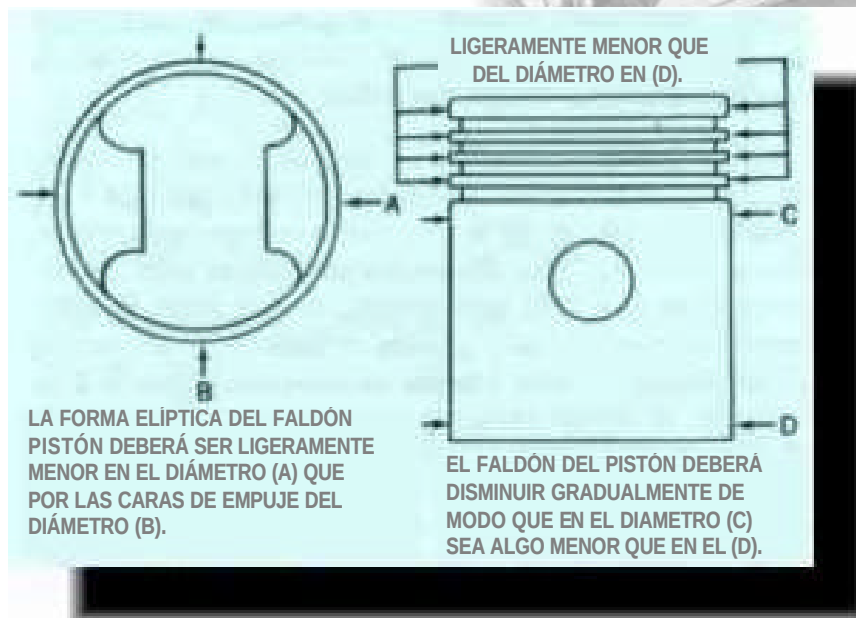


Fig. 16: LAS DIMENSIONES DE LOS PISTONES

TIPOS DE PISTONES

■ Los pistones de faldón sólido

No hay ranuras en el faldón el cual es cilíndrico y muy sencillo.

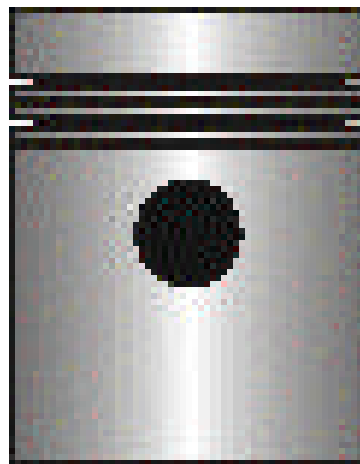


Fig.17: PISTÓN DE FALDÓN SOLIDO

■ Los pistones de faldón de zapata

El faldón está recortado en las caras circulares de trabajo, para reducir el peso y para reducir el área de trabajo que entra en contacto con el cilindro.

La superficie superior del pistón está diseñada para evitar que el combustible inyectado entre en contacto con la pared del cilindro y para mejorar la mezcla del aire comprimido de alta temperatura. Dentro de muchos motores de inyección directa, la cavidad en la superficie superior del pistón es comparativamente profunda. En muchos motores con cámaras de precombustión, la superficie superior del pistón es plana, o tiene una forma levemente cóncava.

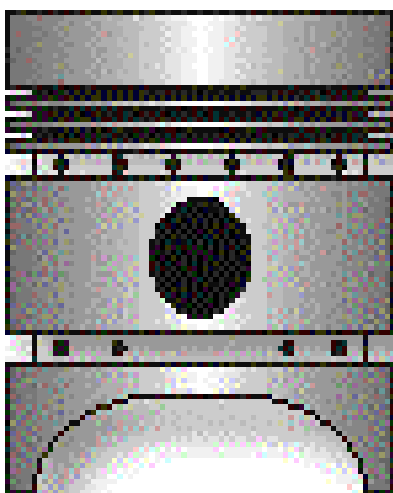


Fig. 18: PISTÓN DE FALDÓN DE ZAPATA

■ Los pistones desplazados

El pasador del pistón de un pistón desplazado está levemente desplazado hacia la izquierda o hacia la derecha del pistón, para evitar el golpe del pistón y para reducir la vibración de la camisa del cilindro.

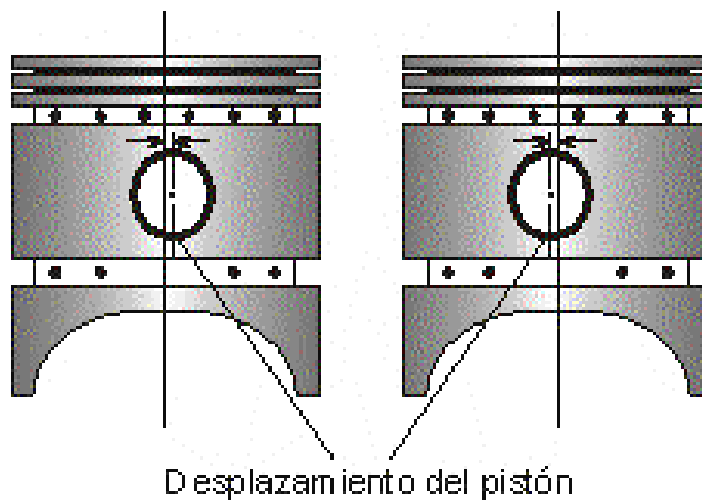


Fig. 19: PISTÓN DESPLAZADO

■ LOS ANILLOS DEL PISTÓN

Los anillos del pistón deben tener resistencia al desgaste, fortaleza, resistencia térmica y deben retener el aceite.

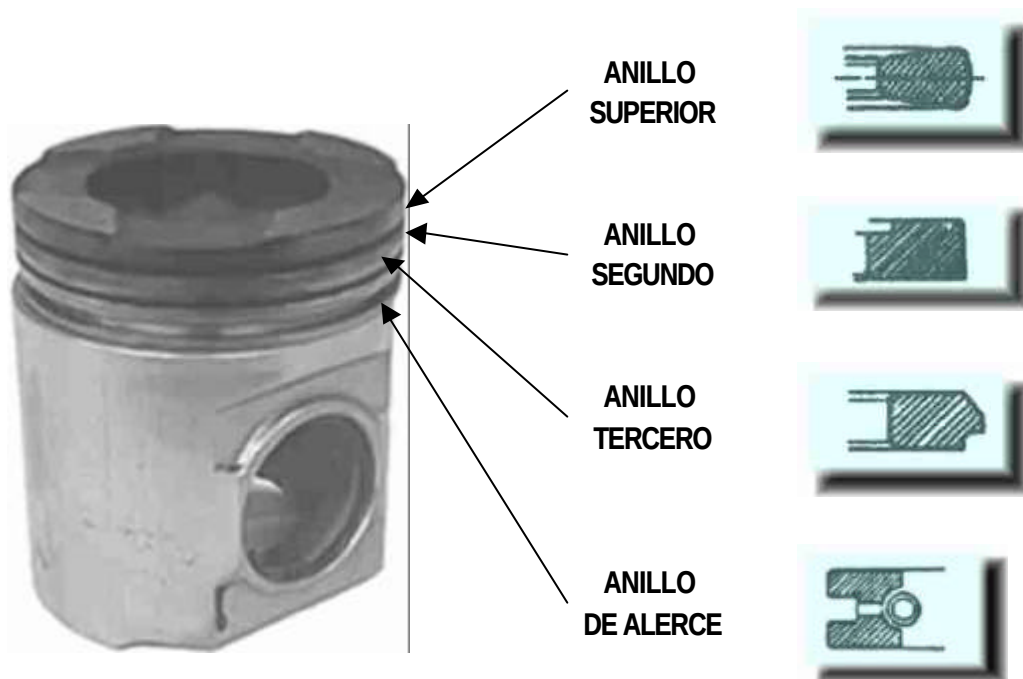
TIPOS DE ANILLOS DEL PISTÓN :

- De compresión.
- De aceite.

Tanto los **anillos de compresión como los de aceite** deben ser fabricados de una aleación especial de acero.

Por lo general, las superficies de los anillos tienen un cromado duro en las caras exterior, superior e inferior. Los anillos con cromado tienen una resistencia al desgaste y características superiores de transferencia del calor.

Además, para que los anillos de compresión puedan evitar fenómenos anormales (lo que será explicado más adelante), tales como la trepidación, son delgadas, y esto aumenta la presión sobre la superficie.



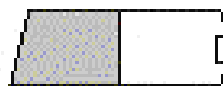
■ Anillos de compresión



Tipo sencillo



Tipo de cara de barril



Tipo de cara ahusada



Tipo de piedra angular



Tipo de piedra angular única



Tipo de bisel interior



Tipo de corte interior

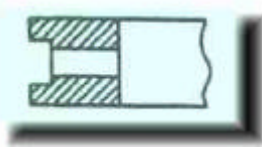


Tipo de corte inferior

Fig. 21: ANILLOS DE COMPRESIÓN

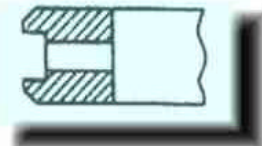
■ ANILLOS DE ACEITE

TIPO DE
DORTADOR



EXPANSIÓN
EN ESPIRAL

TIPO DE
BISEL



ANILLO DE
ACEITE
ENSAMBLADO

OPERACIÓN DE LOS ANILLOS DEL PISTÓN

■ Los anillos del tipo de cara de barril

La cara de trabajo de un anillo tipo barril es un arco circular. Se reduce el desgaste anormal en el contacto inicial para mantener la película de aceite en la pared del cilindro de una forma uniforme y se evita el rayado.

Además, durante las carreras de combustión y compresión, los gases de combustión y la presión de la compresión ejercen un esfuerzo sobre las superficies posterior y superior del anillo, lo cual causa un contacto cercano con la pared del cilindro. Así se evita la fuga de los gases y la fuga de la compresión. Además, se evita una pérdida hacia arriba del aceite por medio del anillo del pistón.

Por lo general, este tipo de anillo es el anillo superior en un juego de anillos en un pistón.

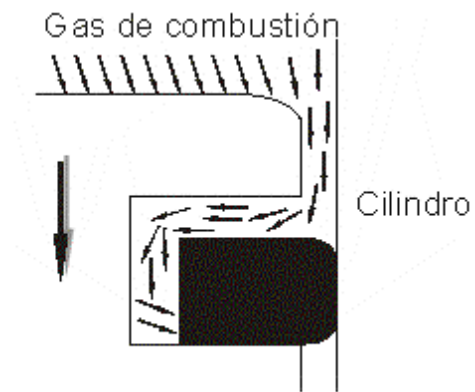


Fig. 23: Tipo cara de barril

■ Los anillos de tipo de cara ahusada

La cara de trabajo de un anillo tipo ahusado está ahusada y el contacto lineal con la pared del cilindro mejora el contacto y brinda un sello excelente contra los gases. Además, el anillo resbala sobre aceite en la carrera hacia arriba y en la carrera hacia abajo. Se recoge el aceite de la forma mostrada en la Figura 24.

Por lo general, se utiliza este tipo de anillo para el segundo y tercer anillo en el pistón.

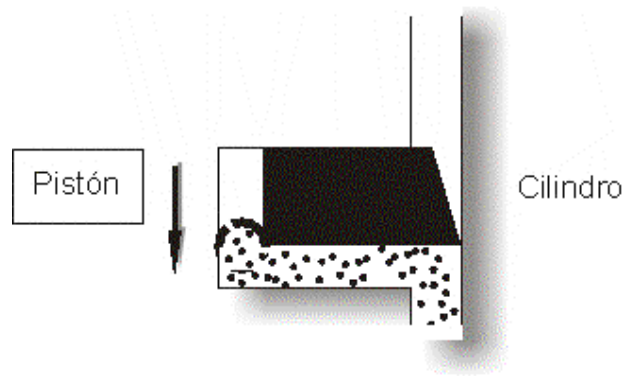


Fig. 24: TIPO DE CARA AHUSADA

■ Los anillos del tipo de bisel interior

Como se muestra en la Figura 25 (1), la cara de un anillo tipo bisel interior se mantiene pareja con la pared del cilindro, cuando aumenta la presión de los gases de la combustión.

Cuando la presión de los gases de combustión no está presente, los bordes superior e inferior "A" y "B" del anillo forman un contacto lineal con el pistón, de la forma indicada en la Figura 25 (2).

El aceite pasa por la cara posterior del anillo para evitar que se levante. Además, el borde inferior del anillo, "C", hace contacto lineal con la pared del cilindro, de la misma forma que el anillo del tipo de cara ahusada, y recoge el aceite.

Por lo general, se utiliza este tipo de anillo para el segundo y tercer anillo en el pistón.

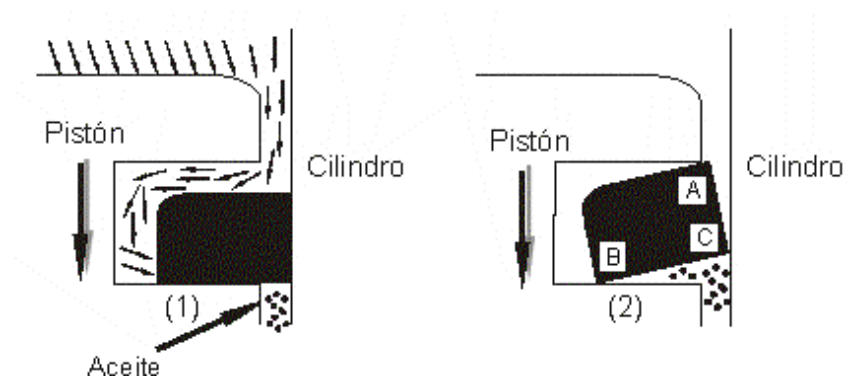


Fig. 25: TIPO DE BISEL INTERIOR

CAPÍTULO IV / EL CIGÜEÑAL

Como se muestra en la Figura 26, en el cigüeñal se encuentran los muñones del cigüeñal, los codos del cigüeñal, los brazos del cigüeñal y los contrapesos.

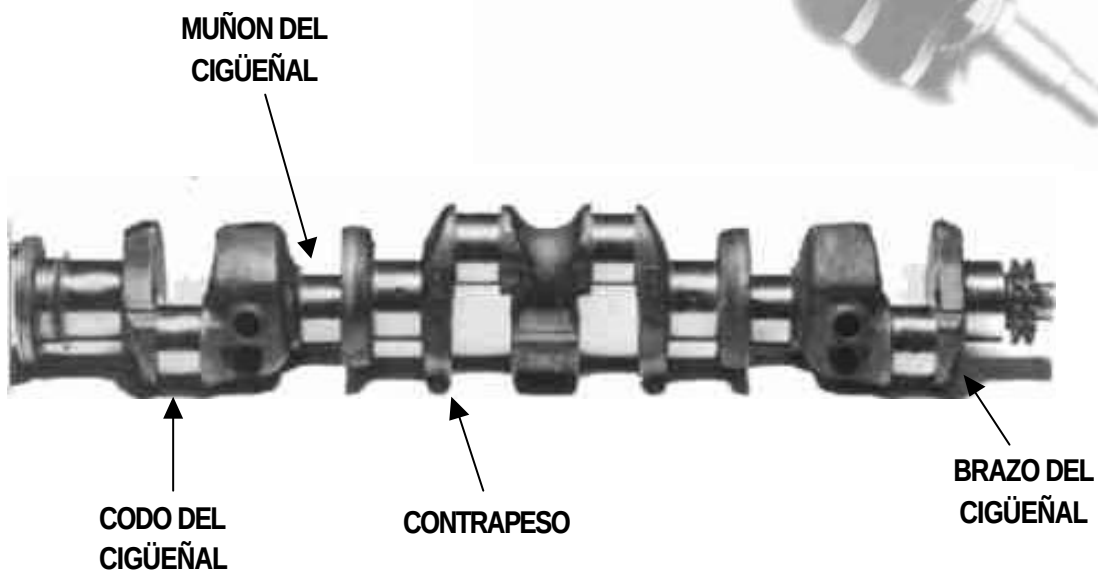


Fig. 26: EL CIGÜEÑAL

Debido al hecho que los cigüeñales están sujetos a cargas pesadas y velocidades altas de rotación, su fuerza, rigidez y resistencia al desgaste deben ser altas. Además, deben estar balanceadas estática y dinámicamente para poder girar sin vibración.

Por lo general, los cigüeñales son forjados de acero al carbono o de una aleación especial de acero, luego son trabajados mecánicamente.

Para impartir la alta resistencia al desgaste que necesitan los muñones y los codos del cigüeñal, reciben un endurecimiento por inducción, y después un endurecimiento de su superficie, y finalmente son pulidos.

Para evitar el desequilibrio axial, se utiliza contrapesos, y para evitar concentraciones de tensión, los codos y los muñones están unidas con un filete liso de radio "R", de la forma mostrada en la Figura 27.

Para hacer más livianos y rígidos a los cigüeñales, los codos son huecos y las superficies de las caras de los muñones principales y de las bielas son endurecidas por inducción.

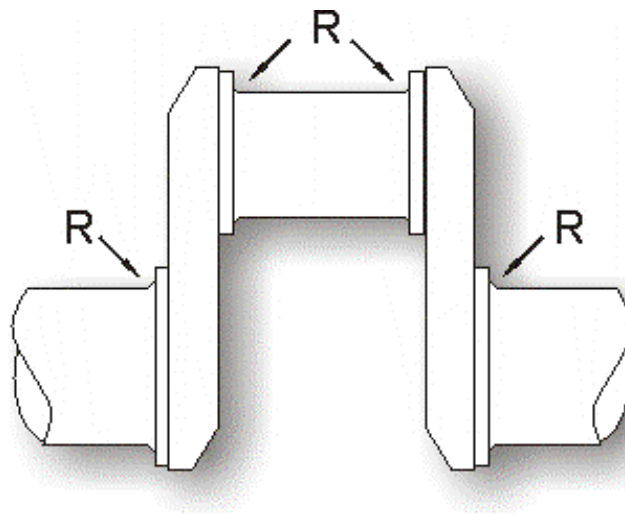


Fig. 27: EL FILETE DE LA CARA DEL CODO Y EL MUÑÓN

LAS BIELAS DEL CIGÜEÑAL

Las bielas conectan los pistones al cigüeñal. Están conectados a los pistones mediante el pasador del pistón en su extremo pequeño, y están conectados al cigüeñal en su extremo grande, el cual tiene un cojinete dividido.

Las bielas del cigüeñal deben tener la fuerza y rigidez para aguantar cargas compresivas, tensoras y de torsión.

Las bielas son forjadas de acero al carbono o acero cromado, y tienen una gran fuerza mecánica. Para hacer las bielas livianas, se fabrican en la forma de "I", como se puede ver en la Figura 28.

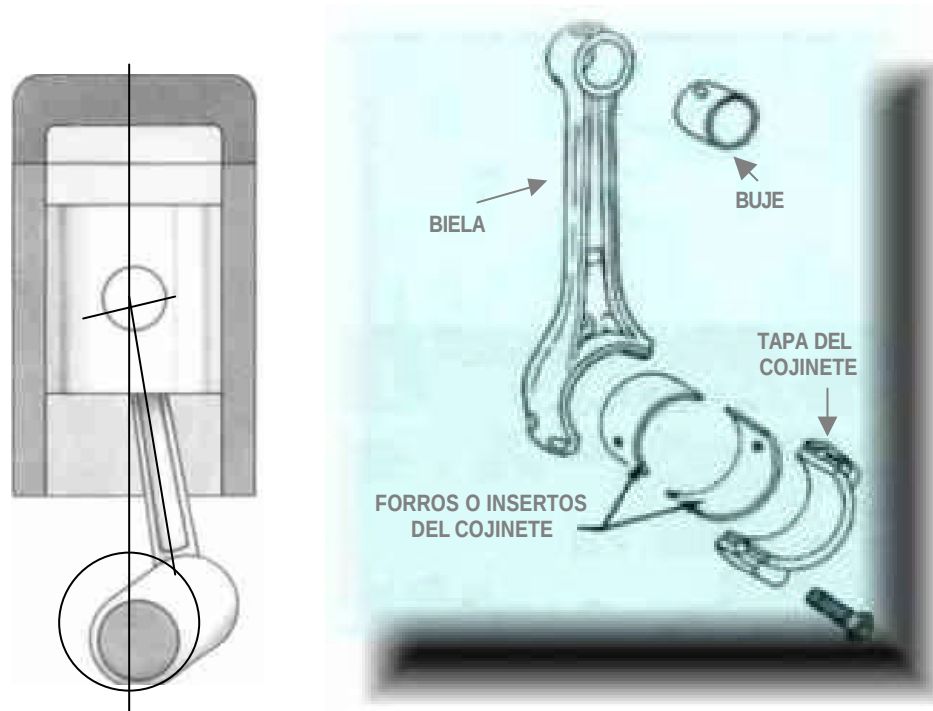


Fig. 28: PARTES Y FUNCIÓN DE LA BIELA DEL CIGÜEÑAL

LOS COJINETES

Los cojinetes son del tipo de aleación de plomo-estaño (o indio), aleación de plomo-cobre sobre una placa de respaldo de acero suave. La aleación de cobre-plomo de uso general en cojinetes se llama "kelmet". En este cojinete de estructura de tres metales, la aleación de plomo-estaño (sobrepuesta) debe ser resistente a la corrosión y carga de los artículos rotatorios.

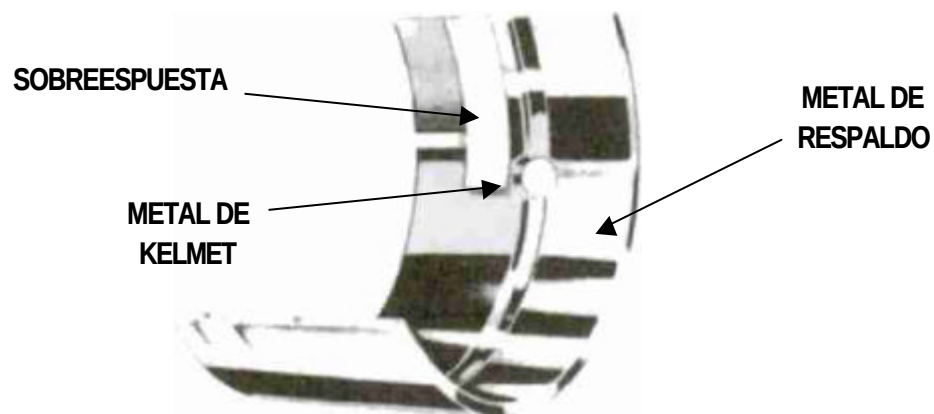
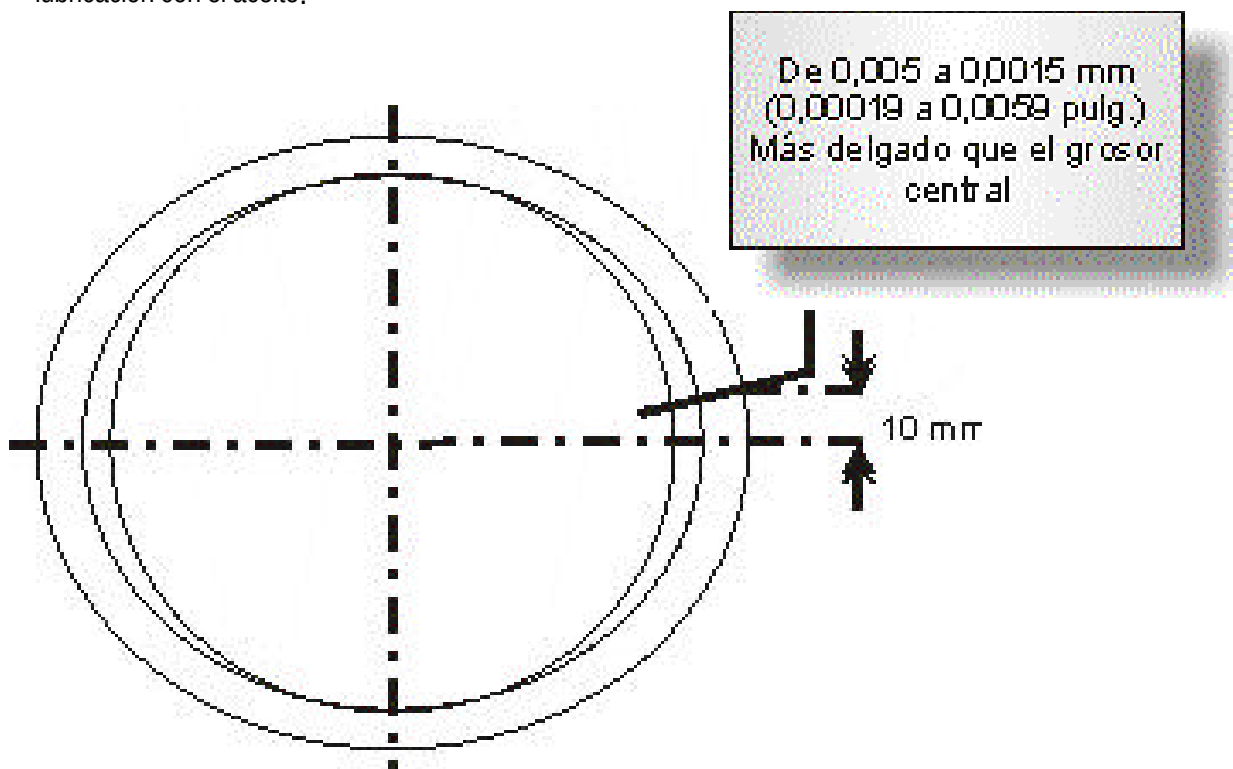


Fig. 29: LA CONSTRUCCIÓN DEL COJINETE

EL GROSOR DEL COJINETE

Por lo general, los cojinetes son más gruesos en el sentido vertical (con respecto a la superficie correspondiente) que en sentido horizontal. Esto se debe a que las cargas aplicadas son mayores en el sentido vertical.

El hacer el cojinete más grueso en el sentido vertical evita el ruido de golpe del cojinete, ya que se evita que la luz vertical de cojinete se haga demasiado grande. Para lograr esto, y para efectuar el ensamble con el eje de la muñonera, se hace el diámetro interno más grande en el sentido horizontal, y esto también mejora la lubricación con el aceite.



LA DILATACIÓN DEL COJINETE

Se hace levemente más grande el diámetro exterior de cojinete que el diámetro interior de la caja del cojinete. La dimensión "a" se llama dilatación y la elasticidad producida de esta manera mejora la forma en que calza con la caja del cojinete cuando está ensamblado. La dilatación también reduce la fatiga que viene de la carga repetida.

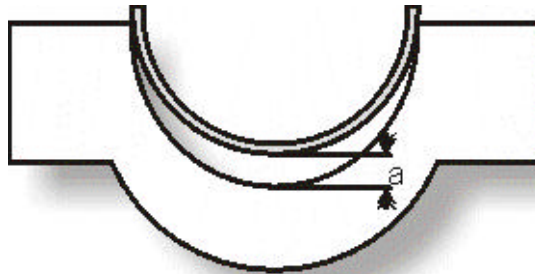


Fig. 31: LA DILATACIÓN DEL METAL

EL SUBTAMAÑO DEL COJINETE

Los diámetros internos de los cojinetes son, por lo general, alrededor de 0,25 mm (0,0098 pulg.) subcalibrados, y esto se conoce como el subtamaño del cojinete.

EL COJINETE DEL EXTREMO PEQUEÑO DE LA BIELA (“BUSHING”)

Por lo general, el cojinete del extremo pequeño de la biela es un “bushing” fabricado en forma cilíndrica, con bronce o bronce fosforado comprimido y luego centrado sobre una placa de acero.

EL AMORTIGUADOR DE TORSIÓN

La presión de la combustión sobre el cigüeñal causa variaciones en la torsión, que generan vibraciones torsionales. Cuando el motor está operando a revoluciones altas, esta vibración torsional puede causar fracturas por fatiga en un cigüeñal largo. Para evitar esto, se hace necesario tener amortiguadores torsionales o lograr hacer la rigidez torsional muy alta.

El amortiguador torsional gira a la misma velocidad que la sección de poleas, cuando el cigüeñal está girando a una velocidad constante.

Cuando el cigüeñal genera una vibración torsional, el hule en la montura de las poleas se distorsiona, para mantener a la polea girando a una velocidad constante, y su efecto es de reducir la vibración torsional.



Fig. 32: LA VIBRACIÓN TORSIONAL DEL CIGÜEÑAL

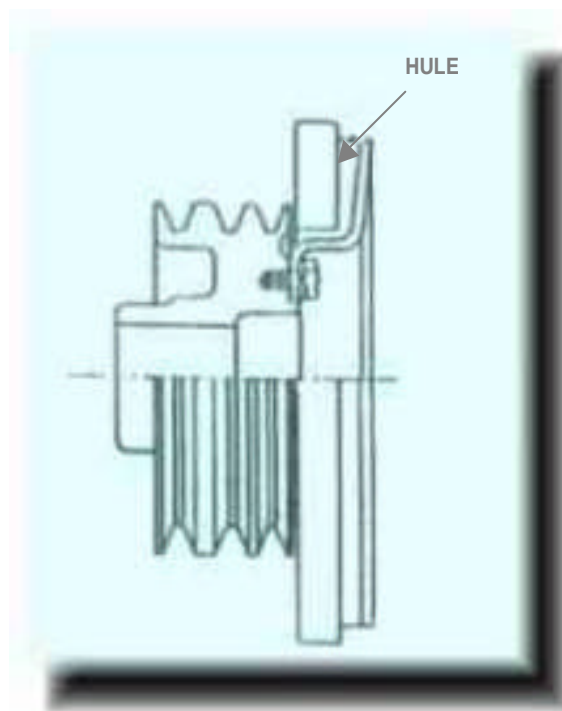


Fig. 33: EL AMORTIGUADOR TORSIONAL DEL CIGÜEÑAL

CAPÍTULO V / LAS VÁLVULAS

LOS MECANISMOS DE LAS VÁLVULAS

Se transfiere la rotación del cigüeñal mediante el árbol de levas, el cual mueve los balancines (o brazos oscilantes) para abrir y cerrar las válvulas.

Hay dos tipos de sistemas de válvulas; **con válvulas superiores (OHV)** y **con árbol de levas superior (OHC)**.

■ ÁRBOL DE LEVAS

El árbol de levas está construido de acero al carbono ordinario forjado o acero especial fundido. Debido al hecho que las partes de leva y de muñón tienen que ser resistentes al desgaste, por lo general, las superficies son endurecidas mediante el endurecimiento por inducción.

■ LOS BRAZOS BALANCINES

Por lo general, los balancines son forjados de acero al carbono ordinario, y las caras que entran en contacto con el sistema de válvulas reciben un endurecimiento de superficie.

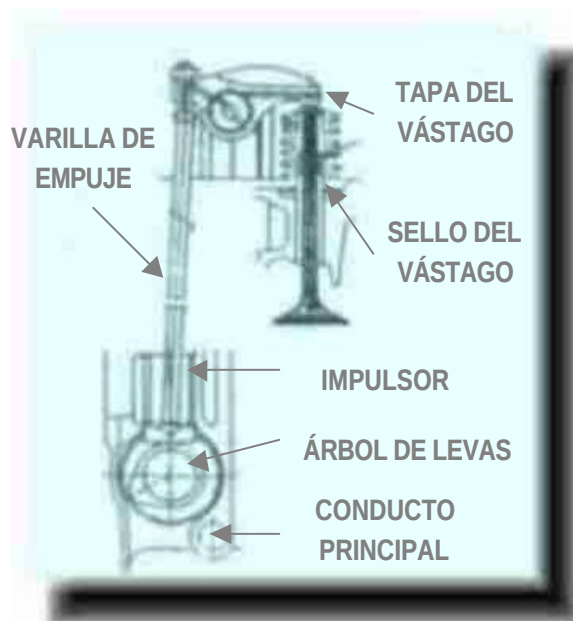


Fig. 34: EL SISTEMA DE VÁLVULA SUPERIOR (OHV)

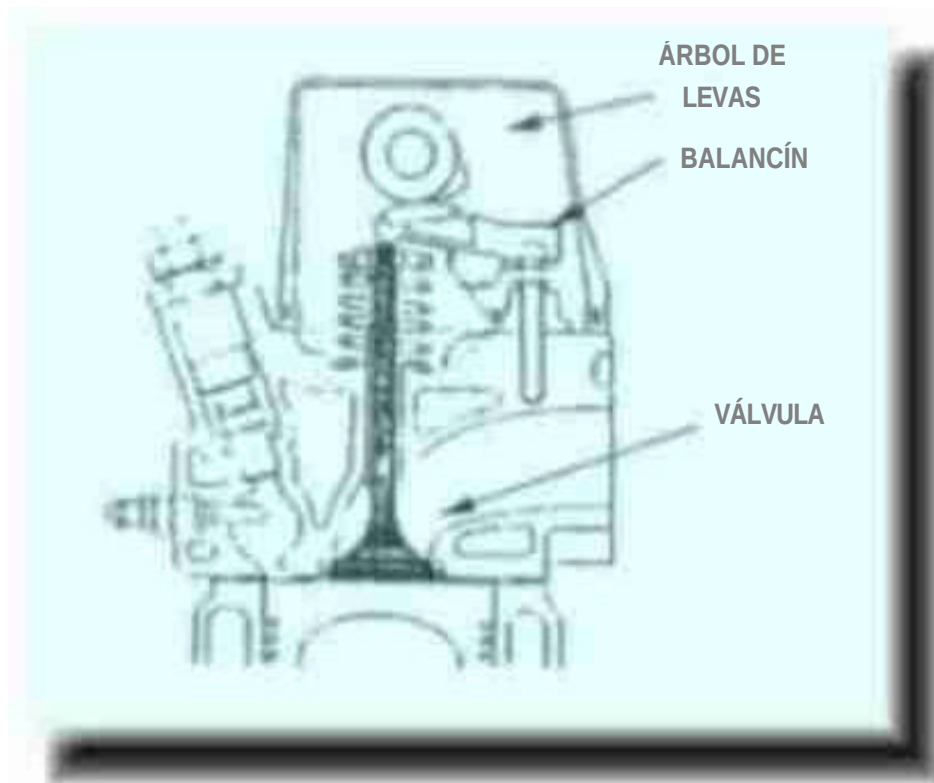


Fig. 35: EL SISTEMA DE ÁRBOL DE LEVAS SUPERIOR (OHC)

TIPOS DE VÁLVULAS

- De admisión.
- De escape.

El sistema de válvulas tanto de admisión como de escape, se abren y cierran en intervalos de tiempo. Dentro de un motor de cuatro ciclos, los pistones efectúan dos carreras ascendentes y descendentes, para completar las carreras de admisión, compresión, combustión y escape. Las válvulas de admisión y escape se abren y se cierran una vez cada una.

LA VÁLVULA DE ADMISIÓN	LA VÁLVULA DE ESCAPE
Para lograr una válvula de admisión resistente a la corrosión para la operación a temperaturas bajas, se fabrica de un acero especial martensítico, el cual es una aleación del acero al carbono, silicio y cromo. Además de su resistencia excelente a la corrosión, otros aspectos del material de la válvula de admisión son; características buenas de transferencia del calor, un coeficiente bajo de expansión y una dureza suficiente.	Para lograr una válvula de escape resistente a las temperaturas altas, se fabrica de un acero especial martensítico, el cual es una aleación del acero al carbono, cromo y níquel (acero alto en níquel y cromo). Además de su resistencia excelente a las temperaturas, el acero tiene además una resistencia alta a la corrosión. Además, la cabeza de la válvula de escape está fabricada de un material con resistencia superior al calor, y su vástago está fabricado de un material con resistencia superior al desgaste. La cabeza y el vástago son soldados, y tanto la cara como el vástago de la válvula reciben un revestimiento de estelita, aplicada por llama, el cual tiene una resistencia excelente al desgaste.

LOS RESORTES DE LAS VÁLVULAS

Los resortes de las válvulas requieren la fuerza de resorte suficiente para asegurar un cierre oportuno de la válvula, según el movimiento de la leva. Además, debido al hecho del estiramiento y compresión repetidos del resorte de la válvula, como respuesta a la velocidad de rotación, debe tener una resistencia fuerte a la fatiga.

Por esto, se fabrican los resortes con un acero especial, que es un acero de cromo-vanadio o un acero cromo - silicio. Los dos son aceros para resortes resistentes al calor.

Como se indica en la Figura 36, el resorte de la válvula se comprime repentinamente en un extremo, la onda compresiva pasa por el resorte de una vuelta a la siguiente vuelta, y ésta se refleja en el otro extremo del resorte.

Como se puede ver la onda compresiva se devuelve en un período. Si este período está sincronizado con el período de la velocidad de apertura y cierre de la válvula, debido a la leva, puede ocurrir una vibración anormal causada por la resonancia entre la válvula y el resorte.

Se conoce este fenómeno como **“oscilación”** y ocurre fácilmente a revoluciones altas. Si la oscilación ocurre, puede causar la flotación de la válvula y la misma puede dañarse. Por esta razón, se utiliza resortes dobles con un paso irregular para evitar la oscilación.

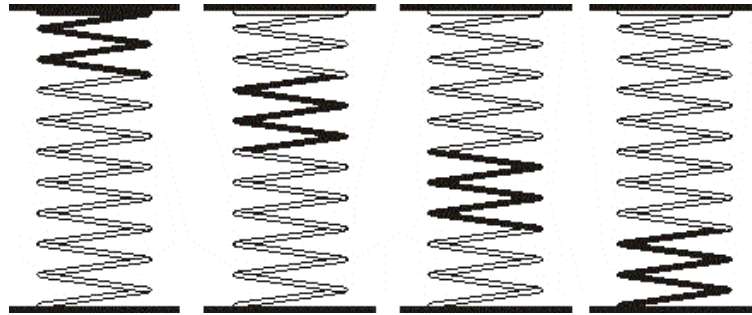


Fig. 36: LA MOCIÓN DE ONDA COMPRESIVA DEL RESORTE DE VÁLVULA

En la Figura 37 (1), se muestra un ensamble doble de resortes (uno dentro del otro). Por lo general, el resorte interno y el externo están arrollados en sentidos opuestos.

El propósito de esto es evitar que los resortes se aparejan y para mayor estabilidad. Además, se ensambla los resortes con pasos irregulares con la masa grande y el paso pequeño hacia la cabeza de cilindros, de la forma que muestra en la Figura 37 (2).



Fig. 37: LOS RESORTES DE LA VÁLVULA

LOS IMPULSORES

Los impulsores son fabricados de un acero especial que tiene buenas características de durabilidad contra la compresión y de resistencia al desgaste.

ENGRANAJE DE SINCRONIZACIÓN

El propósito del engranaje de sincronización es asegurar que los intervalos de apertura y cierre de las válvulas se transmiten en forma correcta desde el engranaje del cigüeñal, el engranaje del árbol de levas, el engranaje de la bomba de inyección y el piñón de enlace.

Por lo general, se introduce la rotación del engranaje del cigüeñal al piñón de enlace, para su transmisión a los otros engranajes.

Además, hay una marca de alineación estampada en la cara de los engranajes del cigüeñal, de enlace, de la bomba de inyección, de la bomba de aceite, y del árbol de levas, para su ensamblaje correcto. Hay que estar absolutamente seguro que las marcas de alineación estén alineadas correctamente, en el momento del ensamblaje. La alineación incorrecta de cualquiera de las marcas de alineación de los engranajes puede causar un desempeño reducido del motor y una vida útil del motor corta.

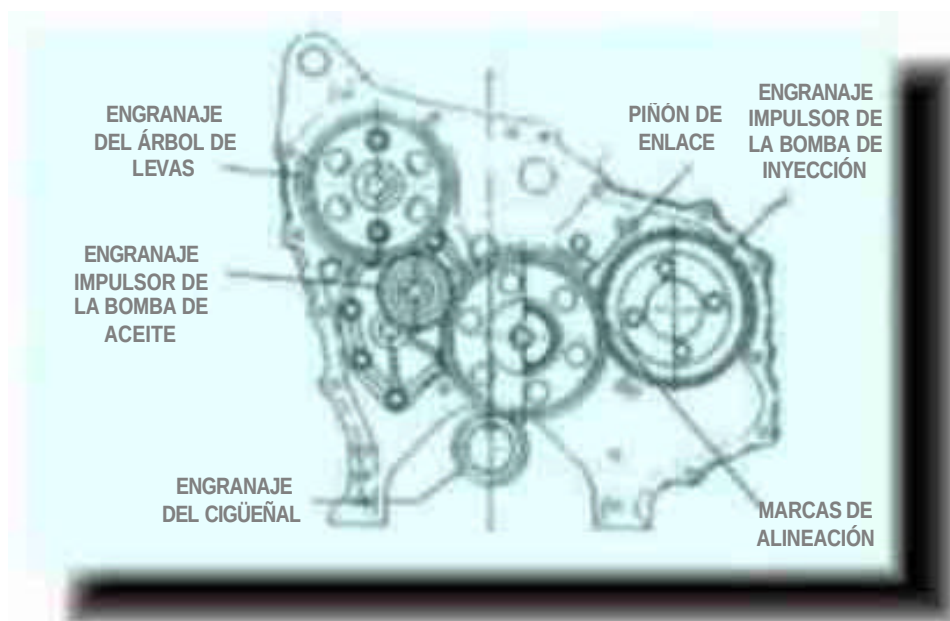


Fig. 38: EL TREN DE ENGRANAJES

LA RUEDA VOLANTE

El cigüeñal está sujeto a fuerzas altas de torsión en la carrera de combustión, pero la fuerza que trabaja sola en las carreras de admisión, de compresión y de escape tendería a parar la rotación y darle vuelta al cigüeñal en el otro sentido, eliminando así la rotación.

Por esta razón, se ha montado un volante en el extremo del cigüeñal, y se utiliza su inercia para lograr una rotación suave, mediante la reducción de cualquier cambio en la fuerza de torsión.

El volante está fabricado de hierro fundido y está montado firmemente en el extremo posterior del cigüeñal.

Además, hay marcas de sincronización estampadas en la periferia del volante de la manera que se muestra a continuación, para revisar y ajustar la luz de la válvula y la sincronización de la inyección del combustible.

El engranaje de anillo está ajustado en el volante por contracción.

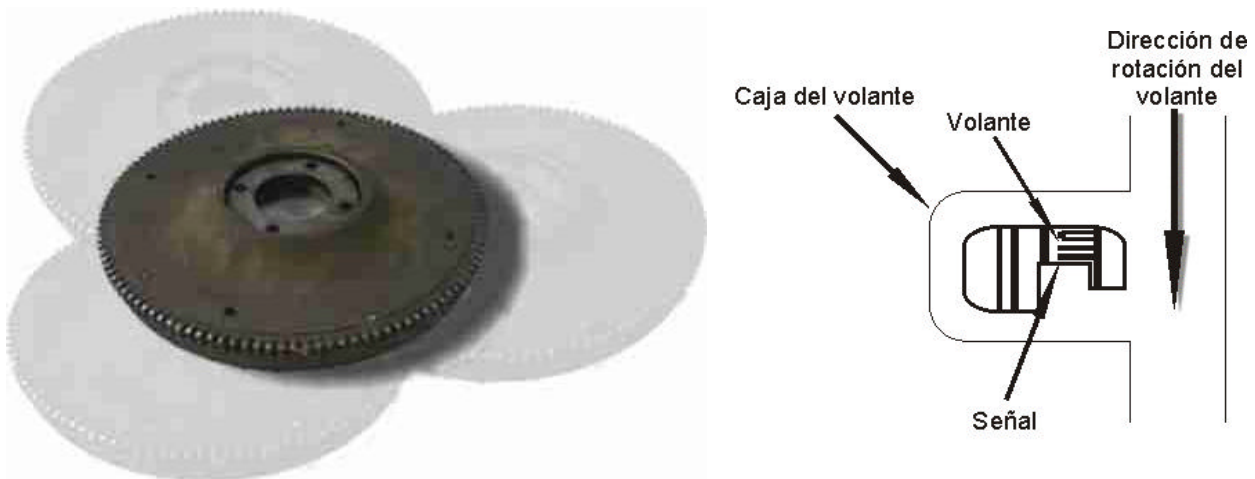


Fig. 39: EL VOLANTE Y EL HUECO DE INSPECCIÓN DE LA CAJA DEL VOLANTE

CAPÍTULO VI / EL SISTEMA DE LUBRICACIÓN

UNA VISIÓN GLOBAL

Dentro de un motor, hay muchas piezas que giran y rozan. Estas hacen un contacto directo de metal con metal, y causan una pérdida de energía y el agarrotamiento por la fricción.

Los sistemas de lubricación surten de aceite a estas partes con fricción y producen una capa delgada que evita el contacto directo entre las partes metálicas.

El sistema de lubricación tiene la función de: **Enviar el aceite bajo presión, de filtrar, enfriar, circular y ajustar la presión del aceite.**

En esta sección, se verán las funciones de circulación y ajuste de la presión del aceite. En comparación con los motores de gasolina, los métodos de combustión del motor diesel son diferentes y las cargas aplicadas sobre cada parte son mayores.

Por lo tanto, el aceite se ensucia fácilmente y las temperaturas son más altas, lo cual significa que, por lo general, el método de filtración es del tipo combinado, y hay un enfriador del aceite. Para motores pequeños, el método de filtración es del tipo de flujo completo y puede ser que no haya un enfriador de aceite.

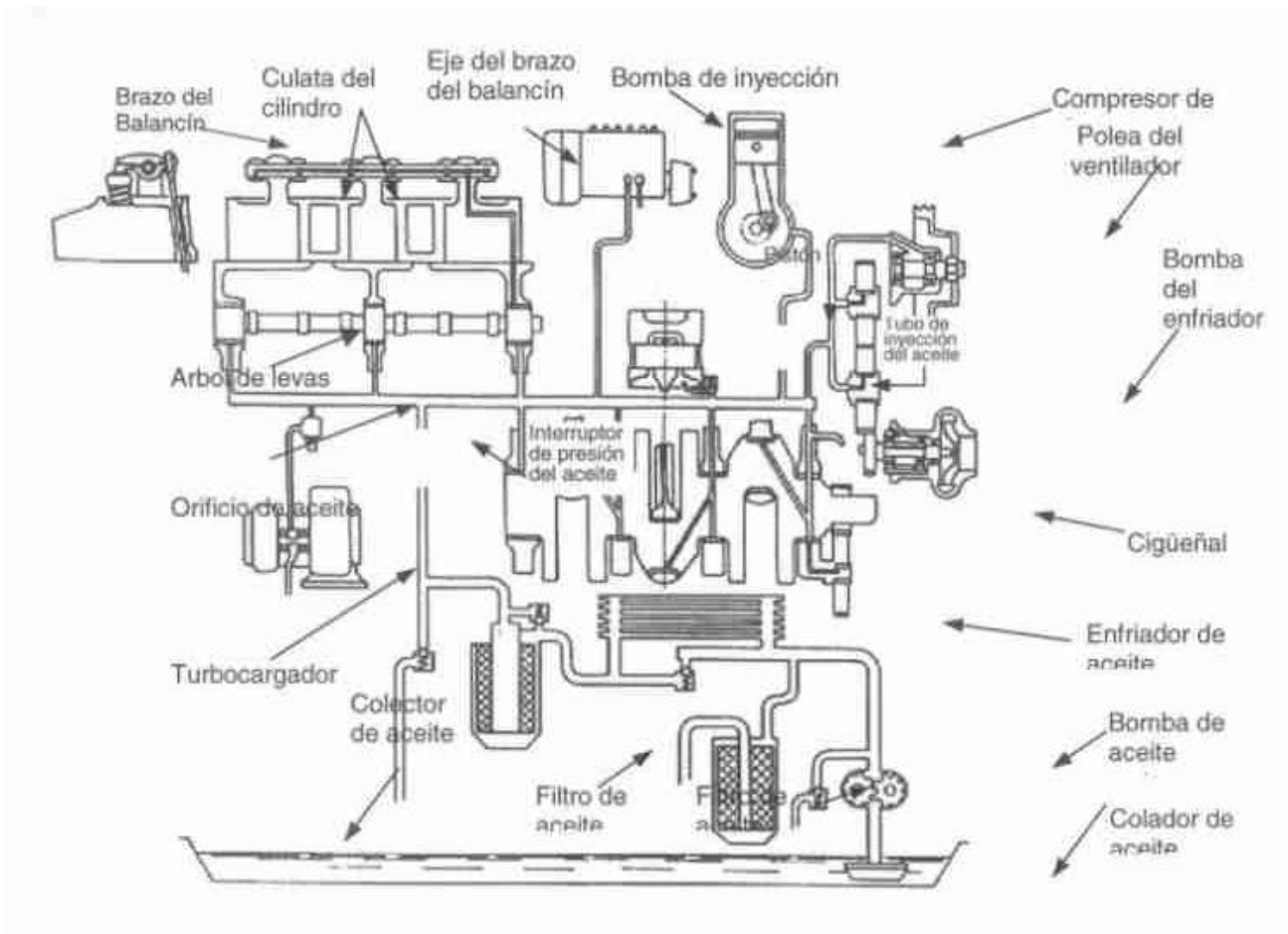


Fig. 40 LA CIRCULACIÓN DEL ACEITE

En el tipo combinado, como se muestra en la Figura 40, la circulación se da de la siguiente manera:

- Primero, la bomba de aceite envía el aceite en el cárter a través del colador de aceite, en donde se remueve las partículas relativamente grandes.
- Se envía la mayor parte del aceite presurizado al enfriador de aceite, en donde se enfría. Se envía una parte al filtro de desvío, para filtrado, y luego se devuelve al cárter.
- Se filtra de nuevo el aceite del enfriador mediante el filtro de flujo completo, y de allí se envía a la galería de aceite en el bloque de cilindros. Desde este lugar, se distribuye cada sección de lubricación.

- El aceite enviado a través de los cojinetes de las muñoneras pasa por el conducto del aceite dentro del cigüeñal para entrar en contacto con los codos del cigüeñal, lubricar los cojinetes de las bielas, y a la vez, lubricar las camisas de los cilindros y los pistones. Además, el chorro de enfriamiento del pistón, que está ubicado debajo de la parte inferior de la camisa, enfría el pistón mediante la atomización del aceite.
- El aceite que ha lubricado los cojinetes del árbol de levas, pasa por el conducto de aceite en el bloque de cilindros y la culata del cilindro, y entra al eje de los balancines para lubricar las superficies de contacto de los balancines, los vástagos de las válvulas y las varillas de empuje.
- Se utiliza el aceite que se envía al piñón de enlace de sincronización, para lubricar los cojinetes y los engranajes de sincronización.
- Se lubrica la bomba de inyección y el compresor de aire con el aceite en la galería de aceite.
- El aceite que circula a cada sección de lubricación se devuelve al cárter de aceite.

LA BOMBA DE ACEITE

La bomba de aceite está montada en el bloque de cilindros, conectada mediante un tubo de aceite al filtro de aceite y succiona el aceite del cárter de aceite para enviarlo bajo presión a las secciones de lubricación. Las Figuras 41 y 42 muestran los dos tipos de bombas de aceite, que son una bomba de engranaje y una bomba rotatoria.

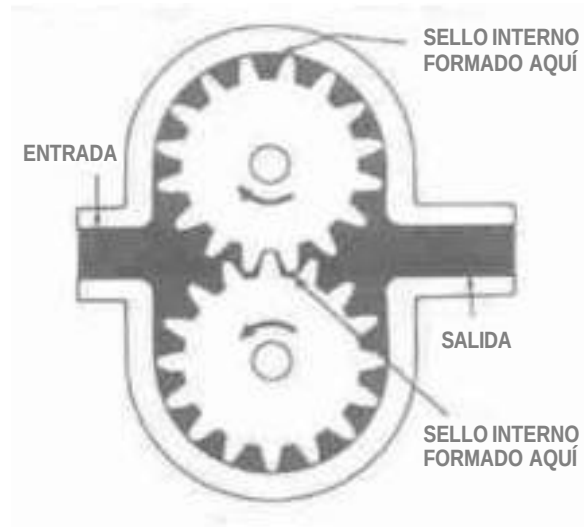


Fig. 41 BOMBA DE ENGRANAJES

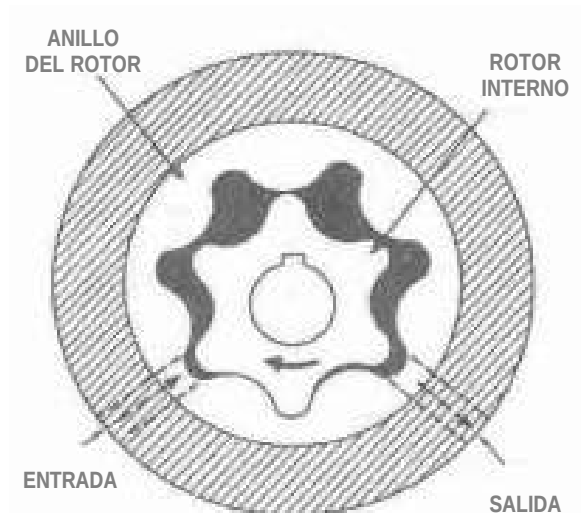


Fig. 42 BOMBA ROTATORIA

La bomba de aceite que se muestra en la Figura 43 es una bomba del tipo de engranaje, se monta en la parte delantera inferior del bloque de cilindros y está impulsada directamente por el cigüeñal.

Se utiliza este tipo de bomba de aceite con una válvula de seguridad para evitar una carga anormal al sistema impulsor, debido al aumento anormal en la presión del aceite en el clima frío. [La presión de apertura de la válvula de seguridad es de 8 kg/cm^2 ($113,8 \text{ lb/pulg.}^2$)].

El engranaje impulsor y el engranaje impulsado están montados en el eje impulsor de la bomba aceite por presión, y no se pueden remover.

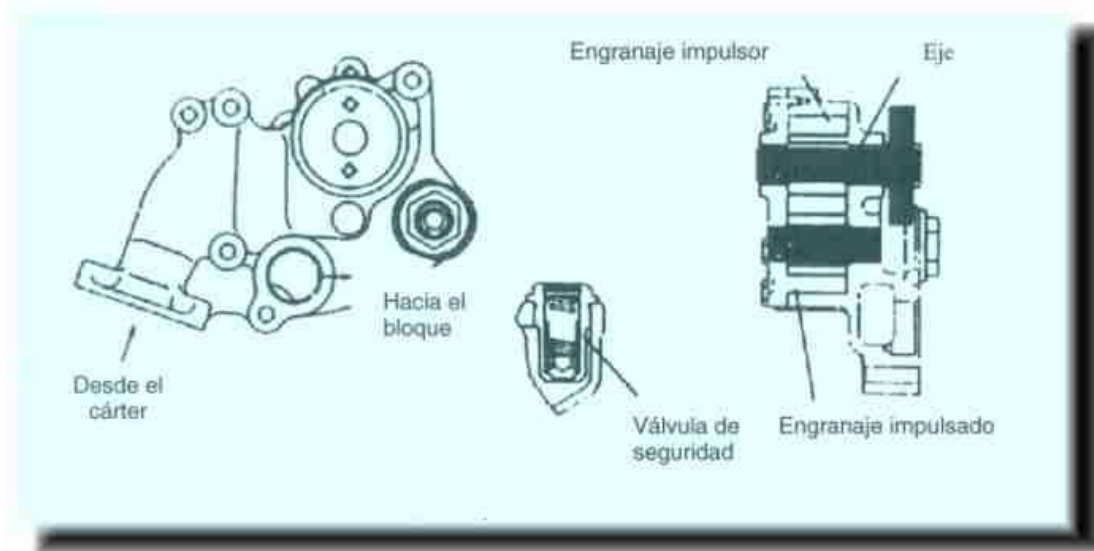


Fig. 43: LA BOMBA DE ACEITE

ENFRIADOR DE ACEITE

La viscosidad del aceite cambia con la temperatura. Se utiliza un aceite con un índice de viscosidad alta en los motores, pero esto puede variar con las condiciones de operación. Conforme sube la temperatura del aceite, disminuye la viscosidad y el aceite pierde su desempeño mecánico.

Cuando la temperatura está entre 125 y 130°C (257 a 266°F), el aceite lubricante repentinamente pierde su capacidad de lubricar. No debe utilizarse el aceite ordinario para lubricación a una temperatura mayor de 85°C (185°F), y cuando aumenta la temperatura del aceite, se hace necesario el uso de un enfriador del aceite dentro del sistema lubricante.

Por otro lado, el aceite frío podría requerir un calentamiento inmediatamente después de arrancar el motor, hasta que alcance a una temperatura apropiada de operación.

Además cuando la temperatura del aceite es baja, la resistencia al flujo dentro del enfriador de aceite es alta, y la presión de alimentación aumenta anormalmente, y por esto, está prevista la válvula de seguridad para brindar un desvío alrededor del filtro directo de aceite.

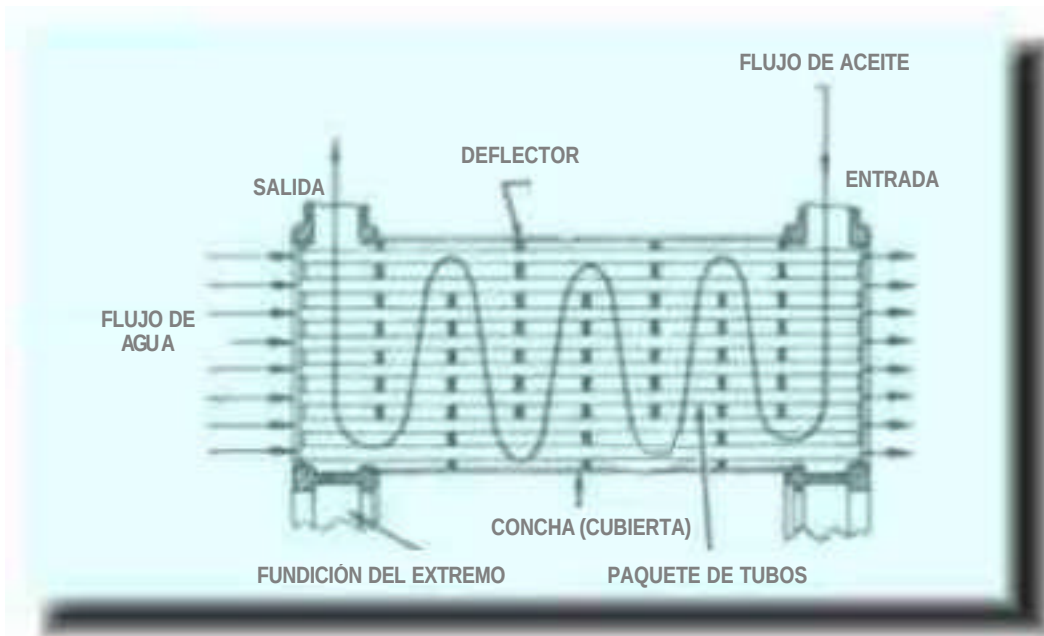


Fig. 44: EL ENFRIADOR DE ACEITE

TIPOS DE FILTROS DE ACEITE

- Filtro del tipo de papel.
- Filtro tipo centrífugo.

a) FILTRO DEL TIPO DE PAPEL

Dependiendo del tipo de aplicación, se utiliza el filtro de papel para muchos tipos de filtración, como por ejemplo, de flujo completo, de desvío y el tipo combinado.

En la Figura 45, se puede apreciar un ejemplo del tipo de filtro de papel, y el aceite corre a la entrada, a través del cuerpo y el elemento, donde se filtra y se descarga por la salida y se conduce hacia la galería de aceite.

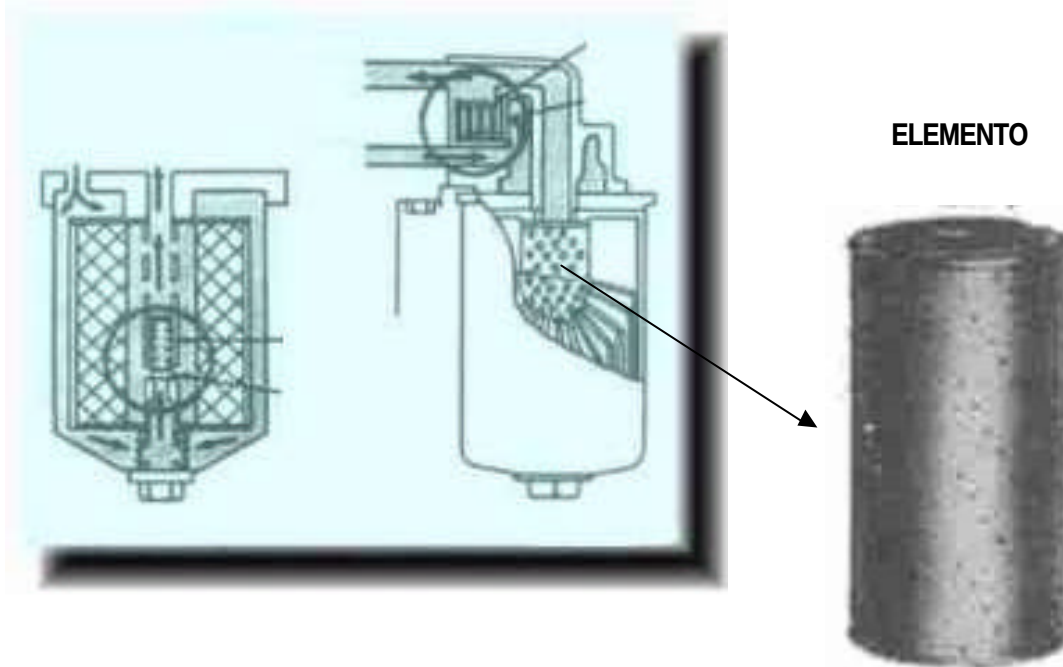


Fig. 45 FILTRO TIPO PAPEL

b) FILTRO TIPO CENTRÍFUGO

Los filtros de aceite del tipo centrífugo son filtros de desvío, y, como se muestra en la Figura 46, hay un eje en el centro del cuerpo del filtro. El rotor que hace girar el eje, está insertado en un "bushing", tiene un empaque exterior y está montado en la tapa mediante una contratuerca.

El aceite del puerto de entrada oprime contra la válvula de cierre, abriéndola, y de esta manera entra el área del rotor desde el centro del eje. Entonces el aceite corre por el tubo y mediante la boquilla, se descarga dentro del cuerpo.

Las ventajas del tipo centrífugo incluyen una **buena eficiencia de filtración, un efecto de atascamiento reducido por parte de la materia extraña y un período largo de lubricación.** Además, no hay que reemplazar piezas cuando se limpia el filtro.

El aceite que se descarga en el cuerpo del filtro hace girar el rotor del filtro de aceite del tipo centrífugo, a una gran velocidad. Se remueve la materia extraña en el aceite dentro del rotor mediante la fuerza centrífuga; se acumula en la pared del rotor y el aceite limpiador lo devuelve al cárter por el drenaje. Además, la válvula de cierre que está montada en el cuerpo del filtro se mantiene cerrada hasta que se alcance una presión preprogramada. Y el flujo del aceite al rotor está bloqueado para evitar una lubricación insuficiente durante la operación del motor a velocidades bajas.

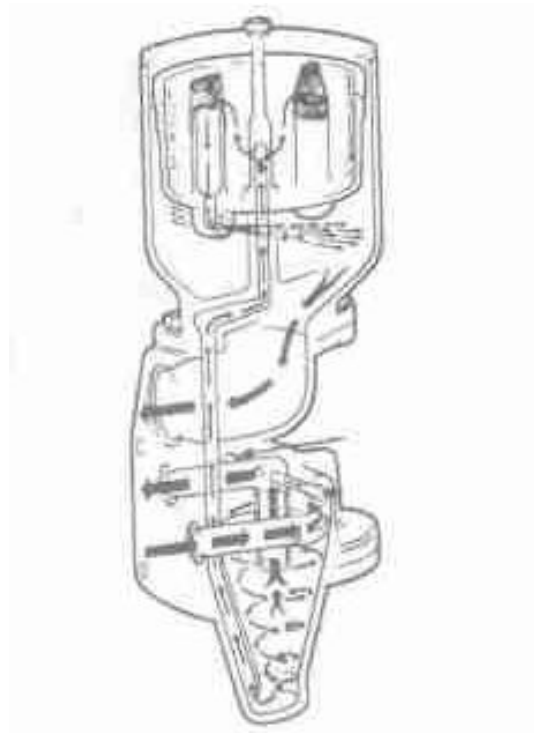


Fig. 46: EL FILTRO DE ACEITE DEL TIPO CENTRÍFUGO

AJUSTE DE LA PRESIÓN DEL ACEITE

La presión del aceite que se supe a las áreas lubricadas varía como resultado de:

- La viscosidad del aceite.
- Las condiciones en el sistema de lubricación.
- Las funciones de la bomba de aceite.
- La velocidad de rotación del motor y otras causa.

Por lo tanto, es necesario hacer ajustes, para mantener la presión' del aceite en un nivel alto. En la Figura 47, se puede apreciar que hay válvulas previstas en cada parte del sistema de lubricación, para controlar la presión.

La válvula de relieve está montada en la bomba de aceite, y se abre cuando la presión del aceite llega a un nivel preprogramado. Parte del aceite se devuelve al lado de la entrada, para mantener la presión del aceite.

Se ha montado válvulas de desvío en el filtro de aceite y el enfriador del aceite, diseñadas para abrirse cuando el filtro de aceite o el enfriador del aceite se atascan, o cuando la temperatura del aceite es baja y la resistencia al flujo es anormalmente alta, para prevenir la falta de envío aceite a las secciones de lubricación.

La válvula reguladora está montada cerca de la galería de aceite y se abre cuando la presión del aceite llega a un nivel preprogramado, para permitir el escape de parte del aceite hacia el cárter, y así, evitar que la presión del aceite alcance niveles demasiado altos.

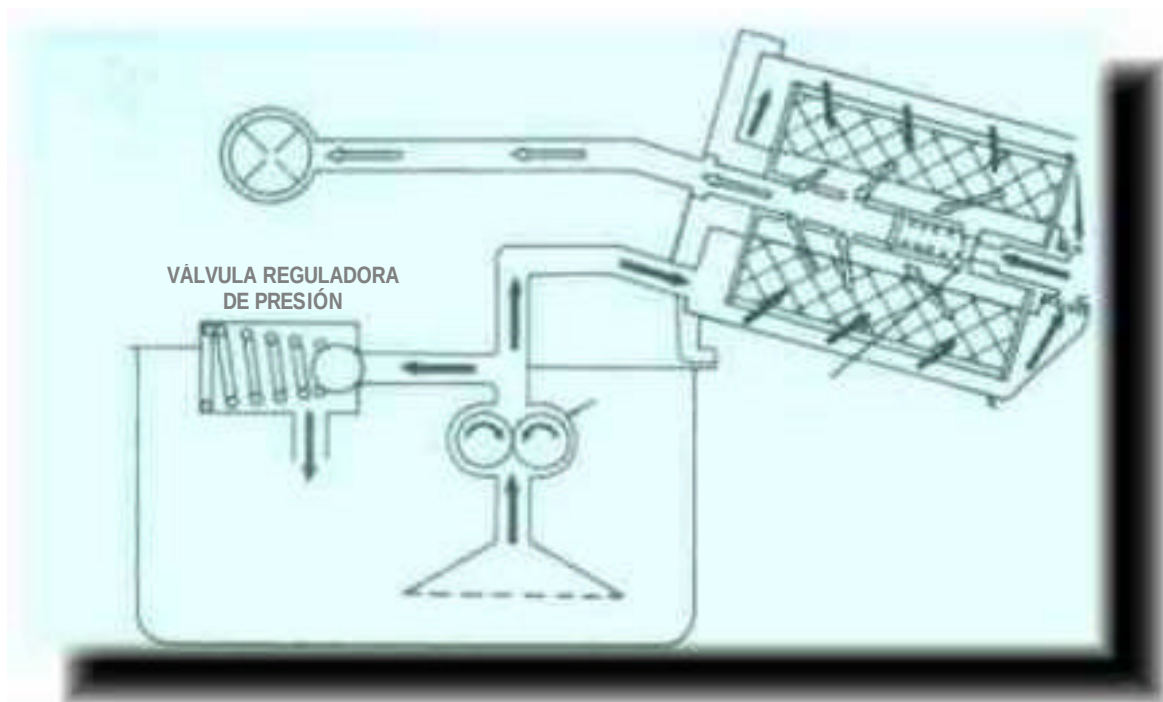


Fig. 47: EL SISTEMA DE CONTROL DE LA PRESIÓN DEL ACEITE

CAPÍTULO VII / EL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

UNA VISIÓN GLOBAL

El propósito del sistema de enfriamiento es mantener el motor a una temperatura apropiada durante la operación del motor.

Para lograr satisfactoriamente este propósito, el sistema está previsto de una bomba de refrigerante, un radiador, un termostato y un abanico. Se bombea el agua refrigerante dentro del sistema de enfriamiento dentro del bloque de cilindros y la camisa de agua de la culata del cilindro, y se circula por el camino del desvío.

Cuando la temperatura del agua excede una temperatura fija, el termostato se abre y el agua corre al radiador, para su enfriamiento. Así, el motor siempre se mantiene en la temperatura apropiada.

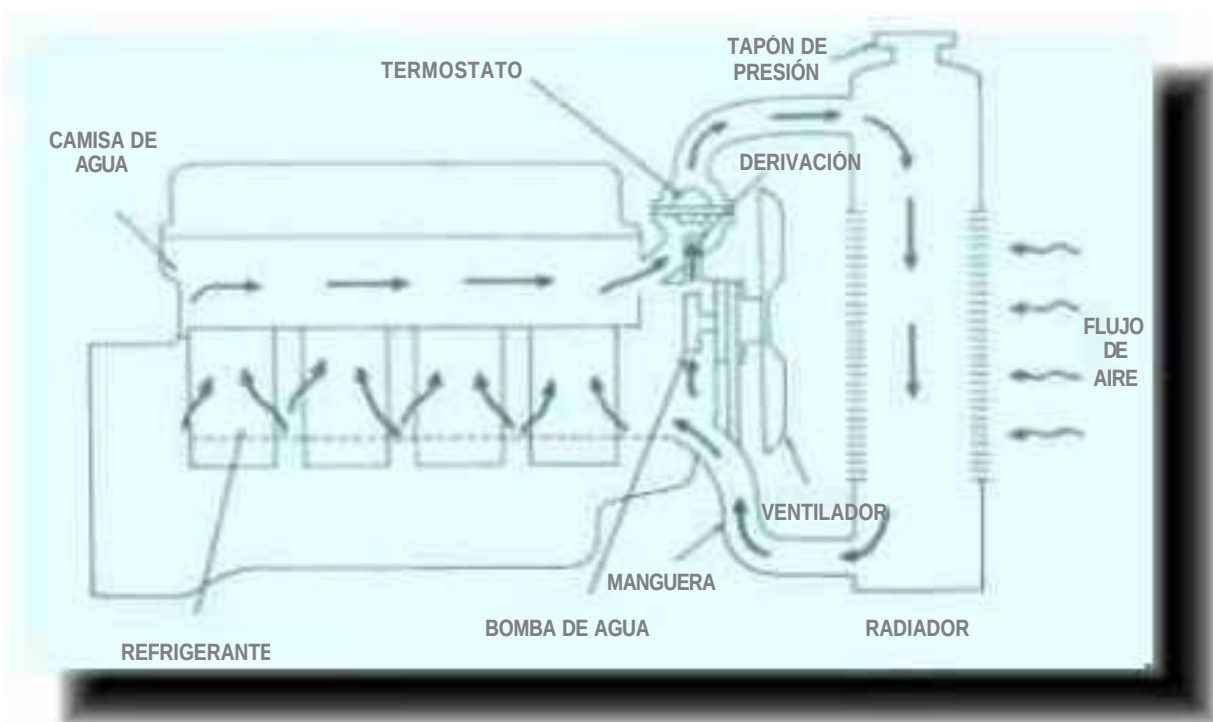


Fig. 48 : EL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

LA BOMBA DE AGUA

LA ESTRUCTURA

En la Figura 49, se muestra cómo la bomba de agua está compuesta de un cuerpo de bomba, el impulsor, el eje del impulsor, los roles, y el sello. El eje de la bomba está soportado dentro del cuerpo de la bomba por los rodamientos, y tiene un impulsor y un sello montados sobre el mismo eje, para que todo gire en conjunto.

Los rodamientos son de bola y son del tipo de un solo anillo, y están ensamblados alrededor del eje de la bomba, como dos juegos de rodamientos.

Como se muestra en la Figura 49, el impulsor es de tipo radial o centrífugo, según la forma de las aspas, y está montado en el eje por presión. La unidad del sello del impulsor está montada en el eje de la bomba para evitar la fuga del agua. El asiento del sello de la bomba tiene una empaquetadura de sello y una unidad de resortes para hacer presión contra el impulsor.

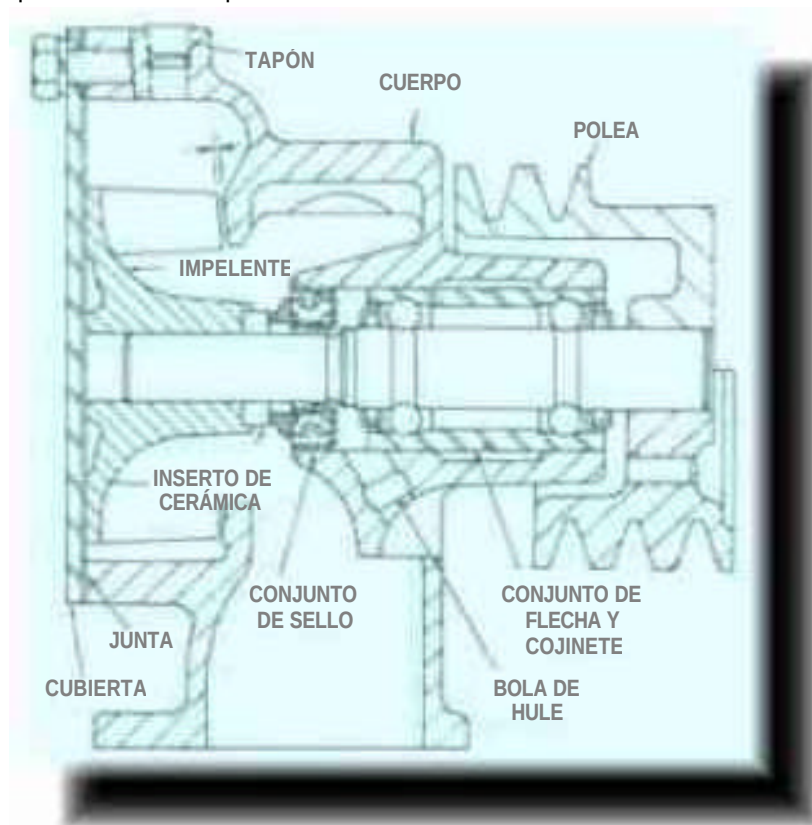
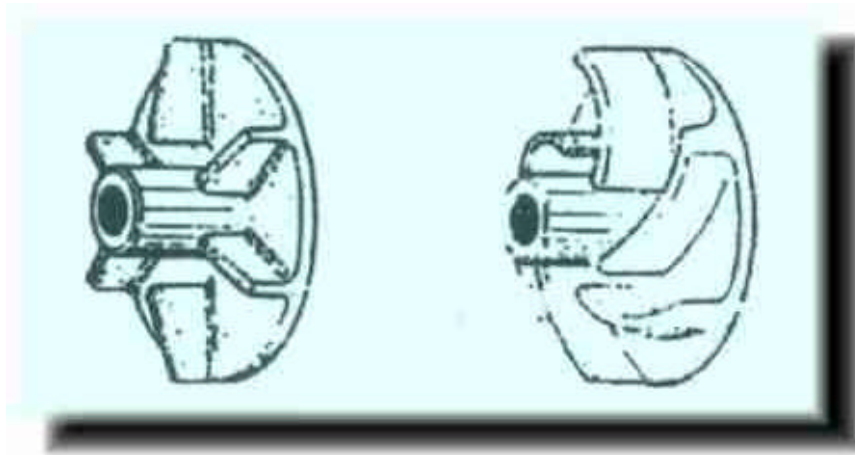


Fig. 49 : ESTRUCTURA DE LA BOMBA DE AGUA



IMPULSOR TIPO RADIAL

IMPULSOR TIPO CENTRÍFUGO

Fig. 50 : TIPOS DE IMPULSORES

■ LAS FUNCIONES

El engranaje impulsor de la bomba está impulsado por el engranaje del cigüeñal, cuando giran juntos para impulsar la bomba a velocidad alta. El agua refrigerante en el tanque inferior del radiador entra desde el puerto de entrada del cuerpo de la bomba al centro del impulsor, de la manera que está indicada en la Figura 51. La fuerza centrífuga del impulsor envía el agua bajo presión desde el puerto de salida a la camisa de agua de los cilindros.

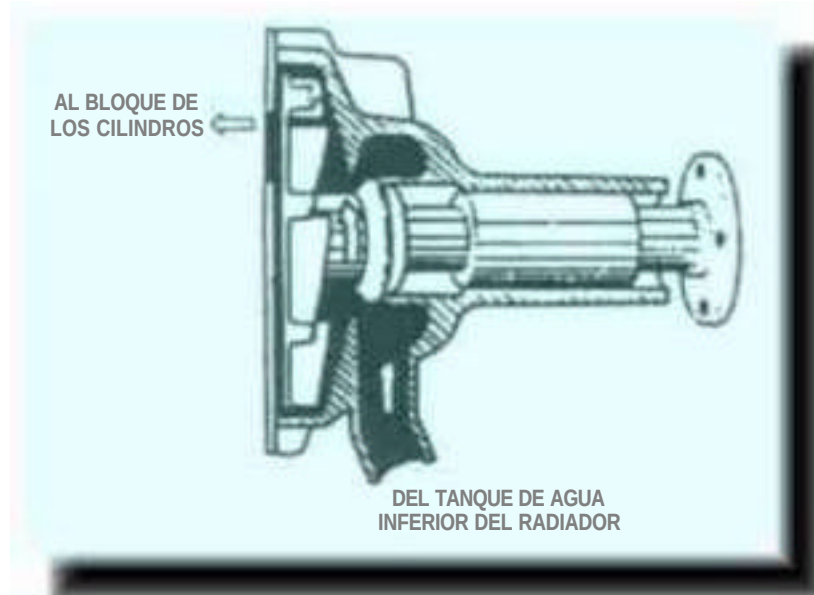


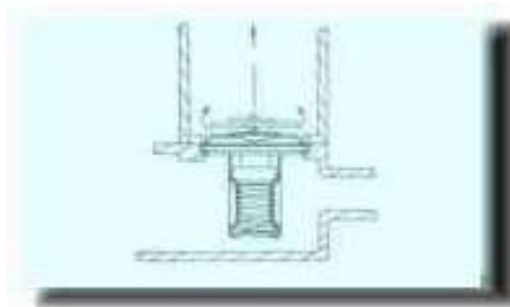
Fig. 51: LA CIRCULACIÓN DEL AGUA EN LA BOMBA DE AGUA

EL TERMOSTATO

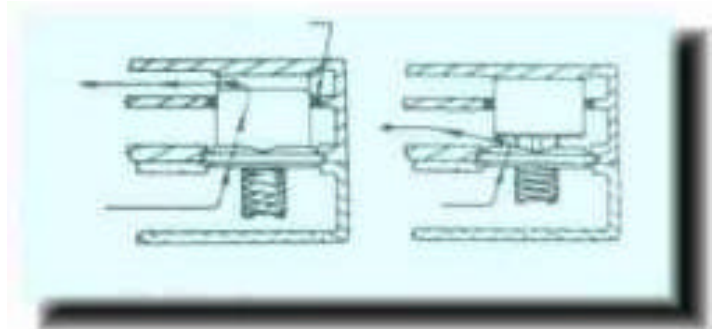
El termostato está instalado dentro del paso del agua, para controlar el caudal del agua refrigerante y para regular las temperaturas del agua refrigerante.

El rango de temperatura más apropiado para el agua refrigerante es desde los 80°C a los 90°C (176 a 194°F). Para mantener esta temperatura, el termostato cierra el paso del agua cuando la temperatura del agua está demasiado baja y causa un incremento de la temperatura a un nivel apropiado. Además, si la temperatura del agua está demasiado alta, el termostato se abre para permitir la circulación del agua refrigerante por el radiador para el enfriamiento.

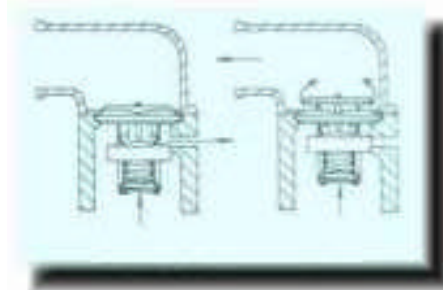
En la Figura 52 se muestra cómo trabaja el termostato.



TERMOSTATO TIPO SIN BLOQUEO



TERMOSTATO DEL TIPO DE BLOQUEO COMPLETO



TERMOSTATO TIPO
DE BLOQUEO PARCIAL

Fig 52: TIPOS DE TERMOSTATOS

El termostato que se muestra en la Figura 52 (1), es incapaz de abrir o cerrar el paso del desvío, pero su estructura es sencilla.

De los otros termostatos, que sí pueden abrir o cerrar el paso del desvío, el que se muestra en la Figura 52 (2), puede cerrar por completo el paso del desvío.

El que se muestra en la Figura 52 (3), puede tener un área de paso mucho más grande. Además, cuando se cierra el paso principal, como se muestra en la Figura 52 (4), se permite la fuga de una pequeña parte del agua al lado del desvío. Hay algunas otras características, pero uno de los termostatos más usados es como el que se muestra en la Figura 52 (2).

Los motores pequeños tienen un termostato, pero los motores grandes tienen tasas volumétricas altas del caudal del agua refrigerante, y para cerrar el paso principal cuando un termostato falla, por lo general se instala de dos a cuatro termostatos, cuando se utilizan termostatos múltiples. Se utiliza dos tipos diferentes para temperaturas diferentes de apertura de la válvula y para la sobrepresión del agua refrigerante, debido al cambio de la temperatura del agua. De esta manera, se evita la oscilación del motor.

EL EMBRAGUE DEL VENTILADOR

La velocidad de rotación del embrague del ventilador está controlada automáticamente por la temperatura del aire que ha pasado por el radiador.

Las siguientes son las ventajas del uso del embrague del ventilador:

- Se reduce la energía consumida por el ventilador.
- Se acorta el tiempo requerido para la operación del calentador del motor, hasta que el motor llegue a una temperatura apropiada.

- Se reduce el ruido del ventilador.

En la Figura 53, se muestra un embrague viscoso, constituido por la muñonera, la caja del acoplamiento, el rotor del acoplamiento y el dispositivo bimetálico. Un sensor mide la temperatura del aire que ha pasado por el radiador, y el aceite viscoso (aceite de silicona) corre y se descarga para controlar automáticamente la rotación del ventilador.

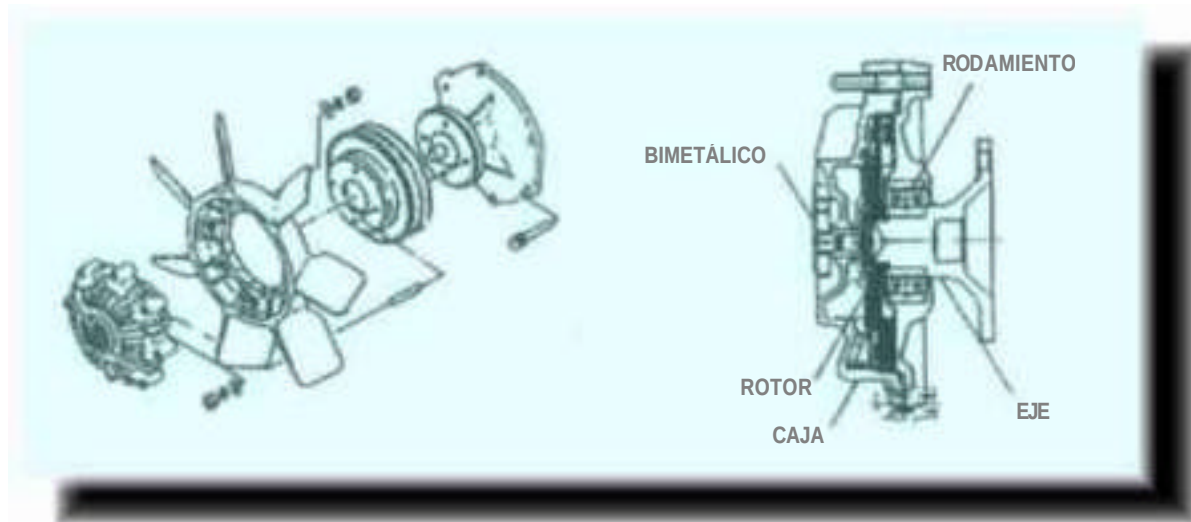


Fig. 53: EMBRAGUE DE ABANICO DE TIPO VISCOSO

EL RADIADOR

En la Figura 54, se puede ver que el radiador tiene tanto un tanque superior como uno inferior, para aumentar al máximo el efecto del enfriamiento por el aire, lo cual hace que la superficie del núcleo de enfriamiento sea lo más gran posible.

El núcleo está dividido en los tubos de agua y una aleta de aire. El tipo de aleta puede ser de placa o corrugada pero en la mayoría de los motores diesel, se utiliza aletas corrugadas.

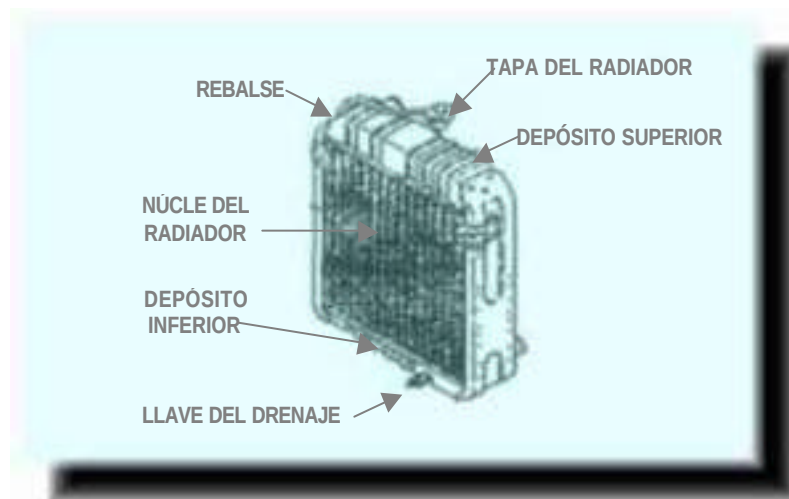


Fig. 54 EL RADIADOR

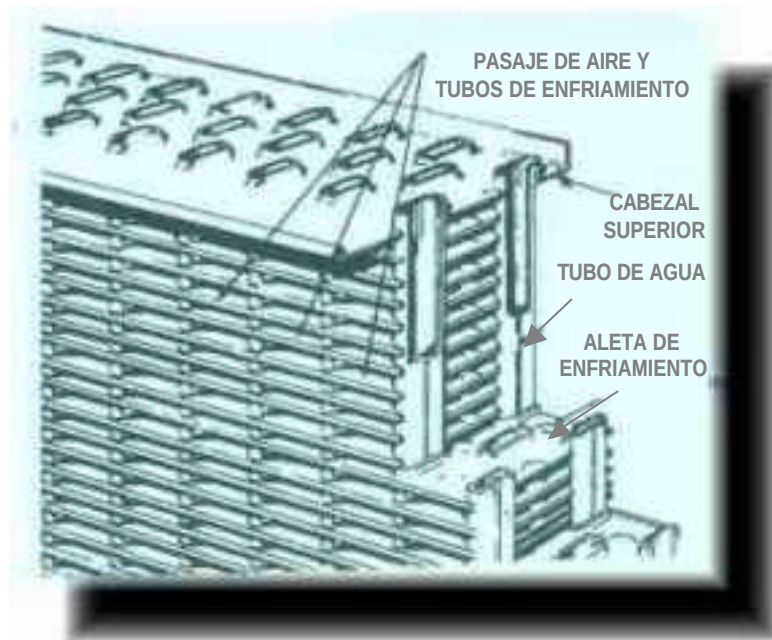


Fig. 55: ALETAS DEL TIPO DE PLACA

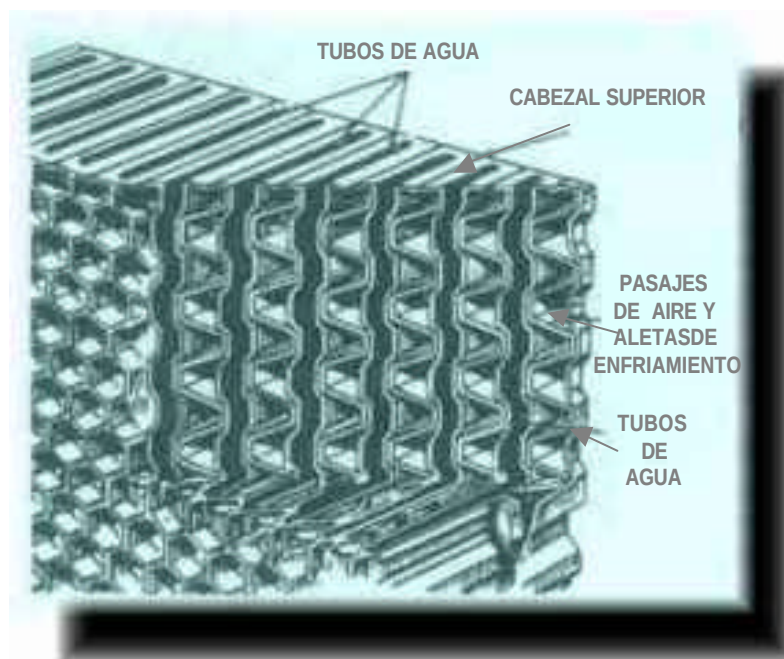


Fig. 56: ALETAS DEL TIPO CORRUGADO

LA TAPA DEL RADIADOR

La tapa del radiador es la tapa del suministro agua, y a la vez, un dispositivo de control de la presión dentro del sistema de enfriamiento. Cuando la temperatura es alta, el agua se expande y el aire por encima del líquido se comprime, por lo que se aplica presión.

Aún cuando la temperatura del agua refrigerante esté por encima de los 100°C (212°F), el agua no hierve, y la diferencia de temperatura, con relación a la atmósfera ambiental es muy grande.

Por esta razón, el efecto del refrigerante es muy grande. Debido a esto, el efecto refrigerante es muy grande y el núcleo del radiador puede ser de un tamaño menor, más liviano y con una superficie menor.

Una tapa del radiador a presión, como la que se muestra en la Figura 57, tiene una válvula de presión y una válvula de vacío, para mantener la presión especificada dentro del sistema de enfriamiento.

Las dos válvulas tienen resortes para un sellado firme. Si la presión dentro del sistema de enfriamiento exceda la presión especificada, la válvula de presión empuja al resorte de la válvula, de la manera ilustrada en la Figura 57 (1), y se abre para liberar la presión interna.

De la misma manera, si se enfría el agua refrigerante, el vapor dentro del sistema de enfriamiento puede condensarse, y si se reduce el volumen del agua refrigerante, la presión dentro del radiador se volverá negativa. En estos momentos, se abre la válvula de vacío, de la manera ilustrada en la Figura 57 (2), para permitir la entrada de aire desde el exterior, y para evitar la deformación del radiador.

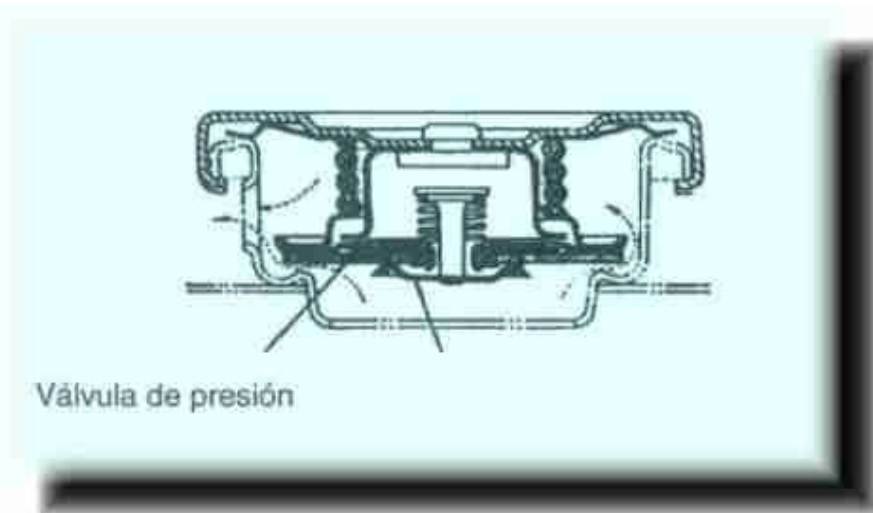


Fig. 57 (1): LA VÁLVULA DE PRESIÓN ABIERTA

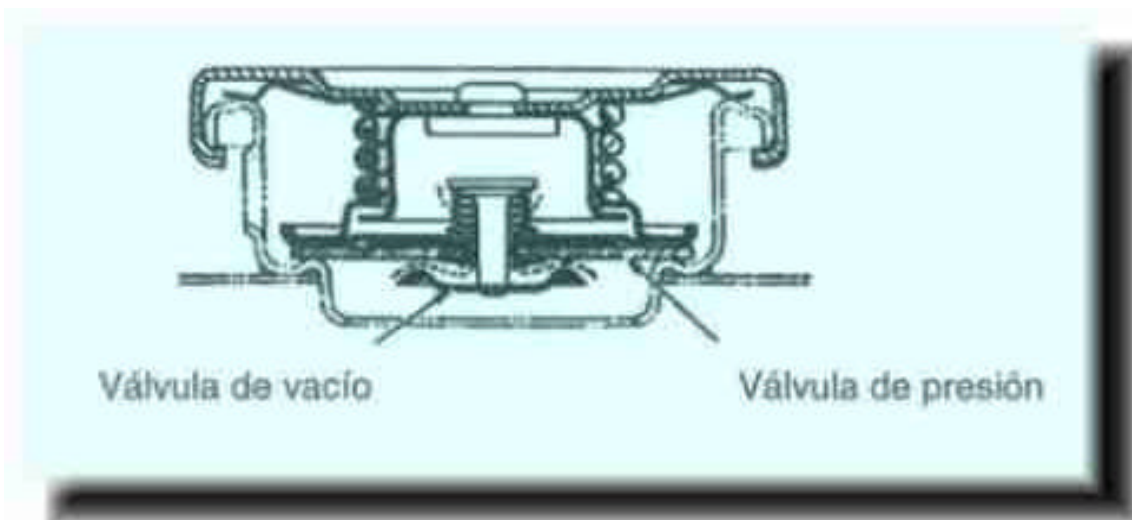


Fig. 57 (2): LA VALVULA DE VACIO ABIERTA

CAPÍTULO VIII SISTEMA DE ADMISIÓN DE AIRE Y ESCAPE

La Figura 58 muestra los múltiples de admisión y escape.

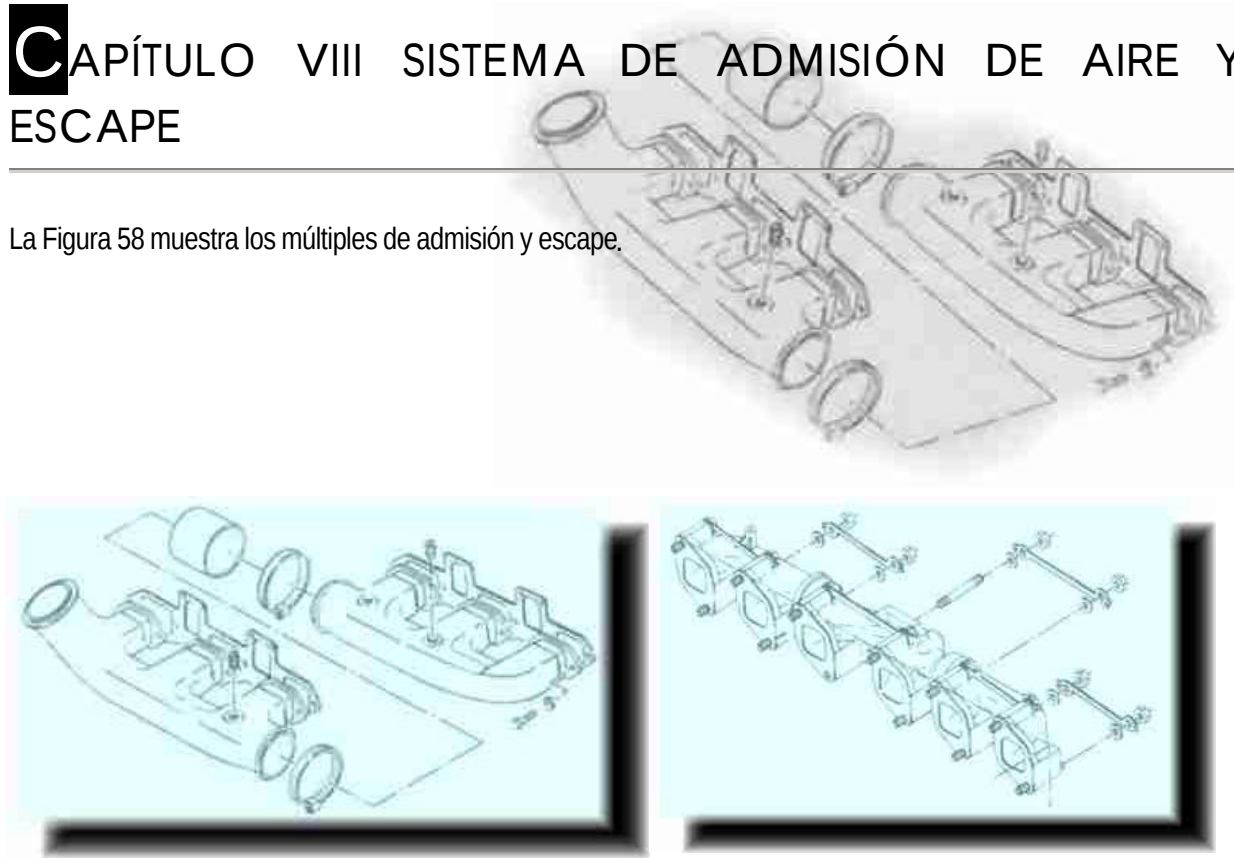


Fig. 58 :LOS MÚLTIPLES DE ADMISIÓN Y ESCAPE

MÚLTIPLE DE ADMISIÓN

El múltiple de admisión toma aire del filtro de aire y lo distribuye equitativamente a cada cilindro. Para lograr esto, el múltiple de admisión tiene la forma, el largo y el diámetro óptimos.

La eficiencia de admisión es alta, para reducir la resistencia del aire de admisión al mínimo posible, y para minimizar la influencia intermitente de los períodos de apertura traslapada de las válvulas de admisión.

Se ha diseñado la forma, el largo y el diámetro del múltiple de admisión (que incluye el tubo de la toma del aire), para aparearlo con las válvulas de admisión y trabajar con ellas para aumentar el volumen del aire admitido, mediante la utilización del efecto de pulsación generado en el múltiple de admisión, dependiendo en cada tipo de motor.

MÚLTIPLE DE ESCAPE

El múltiple de escape recoge los gases de escape descargados de cada cilindro y los envía al tubo de escape. Se aumenta la eficiencia del escape, con la fabricación del múltiple de escape con la forma, el largo y el diámetro óptimo, y la utilización del efecto de pulsación del gas del escape para reducir al mínimo posible, la resistencia del gas de escape y para minimizar la influencia intermitente de los períodos de apertura traslapada de las válvulas de escape.

CAPÍTULO IX / EL FILTRO DE AIRE

El filtro de aire es del tipo ciclónico seco, y el elemento tiene más que suficiente superficie de filtración para una vida larga en la eliminación del polvo y el carbón del aire. Se suministra una válvula para remover automáticamente el polvo del recolector de polvo. Además, el indicador de polvo está en la parte superior del filtro de aire, para que se pueda revisar visualmente la condición del elemento, y así confirmar el momento de la limpieza.



Fig. 59: EL FILTRO DE AIRE

ELEMENTO FILTRANTE DEL TIPO SECO

Este tipo de elemento tiene una utilización amplia y remueve partículas muy finas de polvo del aire. Por lo tanto, debe limpiarse el elemento filtrante periódicamente.

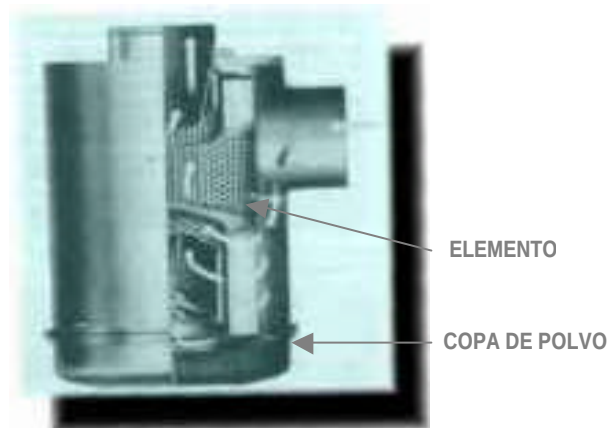


Fig. 60: LA ESTRUCTURA DEL ELEMENTO FILTRANTE

ELEMENTO FILTRANTE DEL TIPO HÚMEDO

Se utiliza un aceite especial en el papel filtrante, y se ensucia el aceite, porque el polvo se pega al papel filtrante. Este tipo de elemento de filtro tiene capas de filtros para repetir la operación de la eliminación del polvo.

Debido a esto, ya que no se puede limpiar el elemento, como en el filtro seco, debe cambiarse el elemento cuando se ensucia.

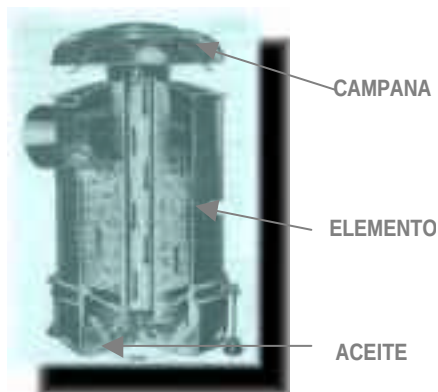


Fig. 61: ELEMENTO FILTRANTE HÚMEDO

TIPO DE BAÑO DE ACEITE

El aire de admisión impacta con el aceite en depósito de aceite y esto remueve la mayor parte del polvo del aire. Se remueve el resto del polvo que ha quedado mediante el paso del aire por un filtro hecho de lana de acero.

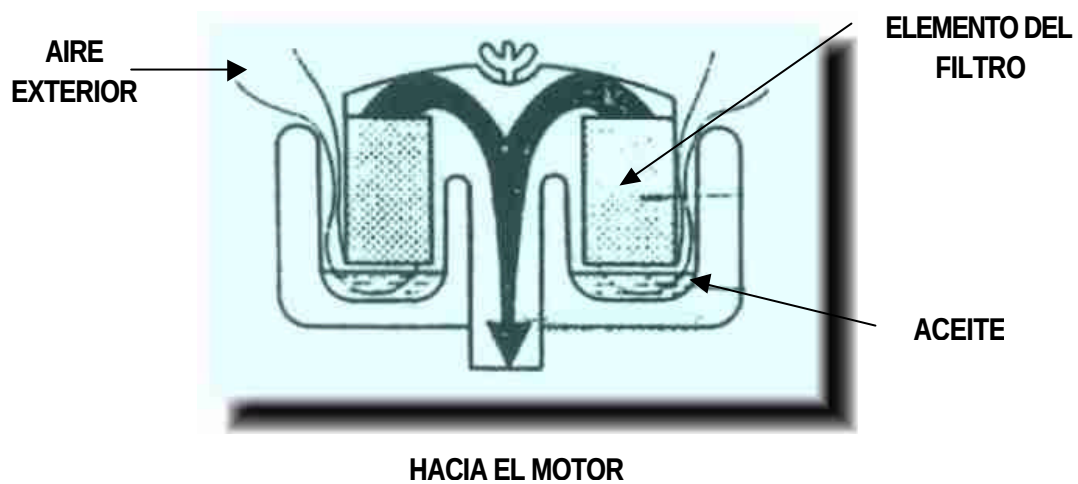


Fig. 62: EL TIPO BAÑO DE ACEITE

CAPÍTULO X / EL TURBO CARBURADOR

En la Figura 63, se indica cómo el turbocargador es un dispositivo que tiene una turbina y un compresor montados coaxialmente. La energía de los gases de escape hace girar a la turbina y la fuerza rotatoria impulsa en compresor para alimentar (turbocargar) volúmenes grandes de aire comprimido a los cilindros.

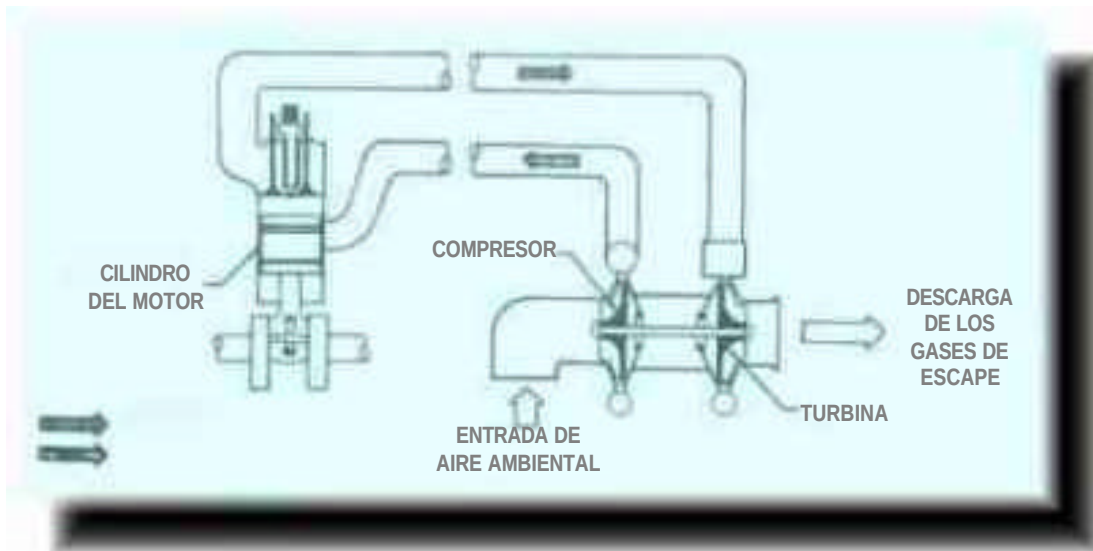


Fig. 63: EL ABASTECIMIENTO DE AIRE AL CILINDRO

Debido a que los motores turbocargados fuerzan la alimentación del aire a los cilindros, deben admitir volúmenes más grandes de aire de lo que utilizan los motores sin turbocargadores, para el mismo volumen de desplazamiento del motor. Por lo tanto, debe aumentarse el suministro de combustible, y esto aumenta la potencia generada por el motor, lo cual, a su vez, aumenta el consumo de combustible.

Además, se enfría el aire muy caliente y comprimido, mediante un enfriador de aire intermedio, para aumentar la eficiencia de admisión.

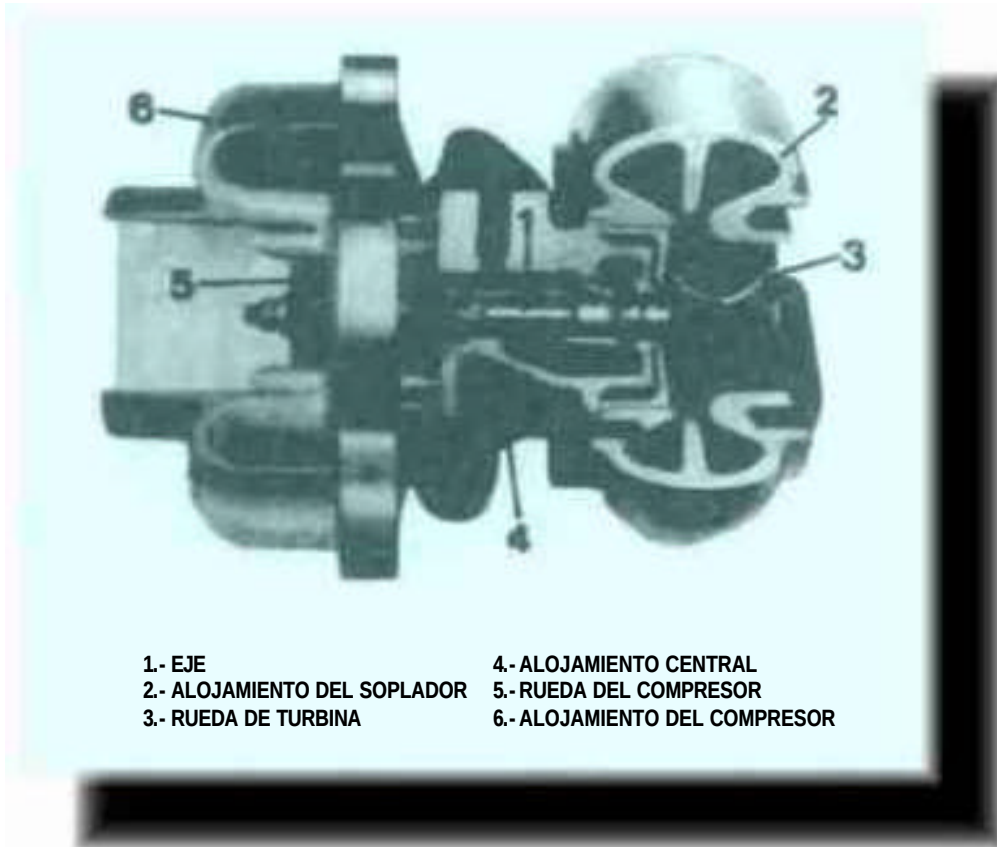


Fig. 64: UNA VISTA EN CORTE DEL TURBOCARGADOR

LA TURBINA

Mediante la boquilla de la caja de la turbina, se acelera el gas de escape y se dirige un chorro sobre las aspas de la turbina, para aplicar una fuerza rotacional al eje de la turbina. Un anillo sellador y un protector del calor están ensamblados en el espacio entre la caja de la turbina y la muñonera, para cortar el paso al calor del gas de escape y evitar el deterioro del aceite en la muñonera.

EL INYECTOR DE AIRE (COMPRESOR)

El impulsor del compresor recibe la fuerza rotacional del eje de la turbina, aspira aire a la caja del compresor, lo comprime, y luego envía el aire comprimido al múltiple de admisión.

Además, la cara posterior del impulsor del compresor tiene una placa posterior y una estructura de anillo sellador doble, que sirve como sello en el lado del compresor, para evitar la fuga en el suministro del aire y del aceite.

Además, se ha fabricado el impulsor del compresor de una aleación de aluminio, con durabilidad alta y una forma especial, que se conoce como un impulsor ultra curvado hacia atrás (I.U.C.H.A.).

COMPRESOR I.U.C.H.A.

Se ha mejorado los ángulos de las aspas del impulsor (A y B) mediante el diseño exclusivo de Hino, de modo que, cuando la energía del gas de escape está baja, la potencia del compresor sigue alta, aún con revoluciones bajas. Comparado con los turbocargadores convencionales, estos turbocargadores mejorados tienen un ámbito de revoluciones más amplio y una eficiencia mayor en la compresión del aire.

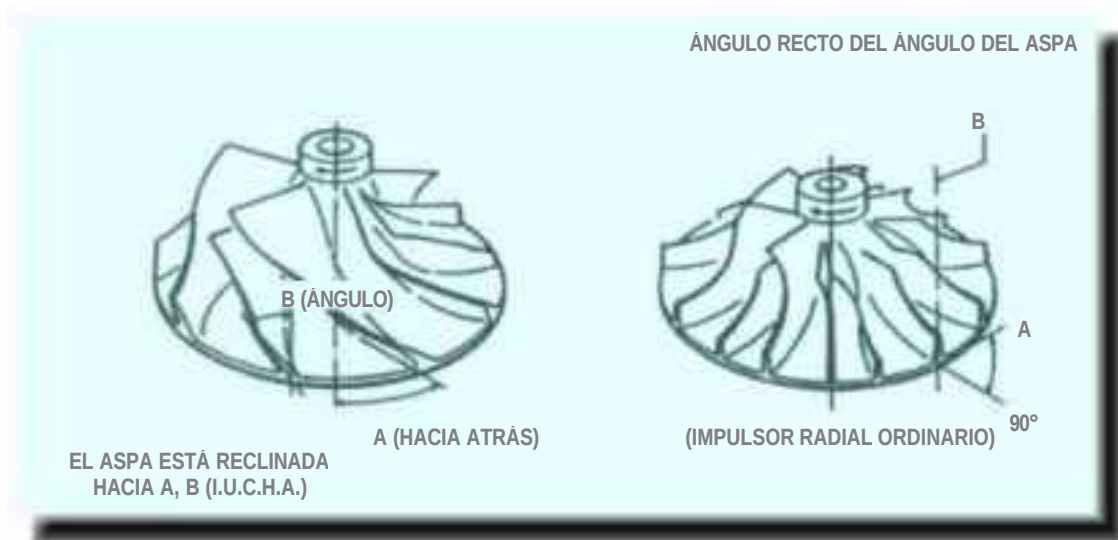


Fig. 65: LA FORMA DEL IMPULSOR

LOS COJINETES

■ LOS COJINETES DE MANGA DEL EJE

Los cojinetes de manga del eje son cojinetes flotantes, para evitar que se quemen.

El aceite entra al interior y al exterior de estos cojinetes: esto crea dos películas de aceite. Los cojinetes giran como compañeros a una velocidad levemente menor que la del eje de la turbina, y sirven como amortiguador debido a las dos películas de aceite.

■ LOS COJINETES DE EMPUJE

Se aumenta la oscilación de los gases de escape y el empuje residual sobre el impulsor del compresor, pero se recibe el empuje en el cojinete de empuje, para que este resultado no afecte la rotación del eje.

EL CONTROL DEL TURBOCARBURADOR

Los motores diesel, con excepción de los grandes, tienen dispositivos de control del turbocargador, que producen un efecto turbocargador excelente, especialmente en los ámbitos alto, medio y bajo de revoluciones, y para aumentar la torsión y mejorar el consumo de combustible a revoluciones bajas y medias.

Esto significa que, en los ámbitos bajo y medio de revoluciones, el turbocargador gira a revoluciones altas, se aumenta la presión de refuerzo, se supe volúmenes grandes de aire a los cilindros, y se aumenta el torque.

Por esta razón, en los ámbitos bajo y medio de revoluciones, la turbina debe girar a altas revoluciones, pero en esta condición, si se aumenta las revoluciones del motor, aumentará la energía del gas de escape y se aumentará la presión de refuerzo, lo cual resultaría en una reducción de la durabilidad del motor. Entonces, hay que controlar la presión de refuerzo.

Por lo general, el controlador es del ipo de desvío (el tipo de puerto de deshecho), de la forma que se muestra en figura 66.

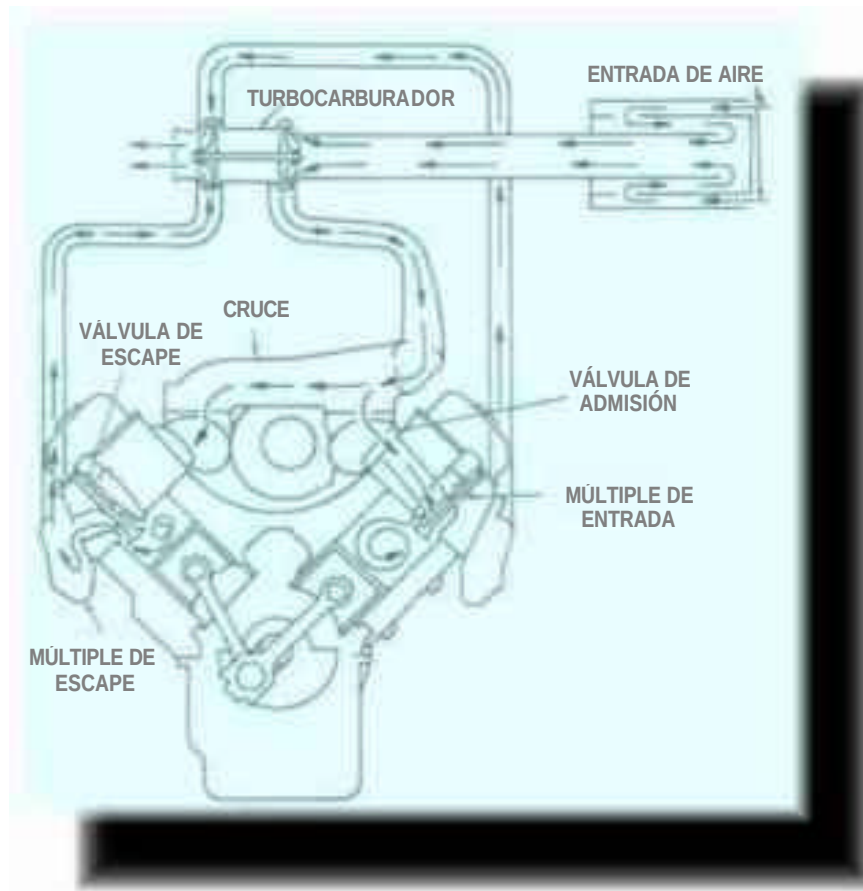


Fig. 66: LA OPERACIÓN DE LA VÁLVULA DE DESVÍO DE LOS GASES DE ESCAPE

Cuando la presión de refuerzo llega a su valor de regulación, la salida del compresor, debido al turbocargador, hace presión sobre el diafragma de control del desvío de los gases de escape, y se abre la válvula de desvío de los gases de escape, lo que permite que parte de los gases de escape fluyan por el desvío, alrededor de la turbina, y mantienen las revoluciones de la turbina y el compresor más bajas.

Como resultado, según se muestra en Figura 67, por encima de cierta cantidad de revoluciones, la presión está controlada, para que no exceda un valor especificado.

Además, si por casualidad fuera a fallar el sistema de desvío de los gases de escape, y la presión de refuerzo fuera a aumentar anormalmente, se ha previsto una válvula de desahogo para reducir la presión de refuerzo y proteger al motor por medio de este aspecto de seguridad.

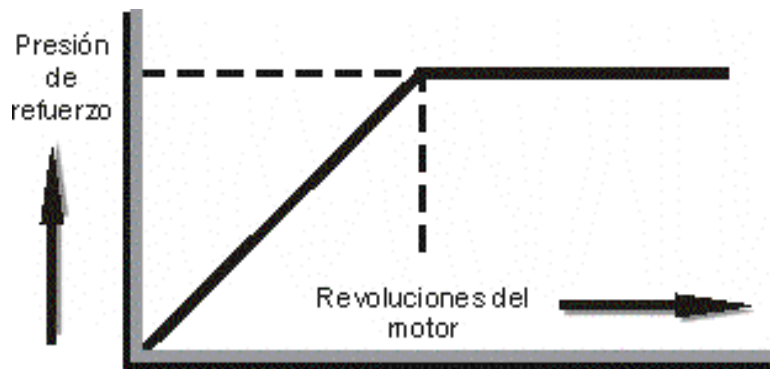


Fig. 67: LA PRESIÓN DE REFUERZO Y LAS REVOLUCIONES DEL MOTOR

ENFRIADOR INTERMEDIO DEL AIRE

El enfriador intermedio del aire enfría al aire de refuerzo que ha sido calentado por la compresión. Se aumenta la densidad para que sea mayor el volumen de aire que entra al motor.

Como resultado, el abastecimiento de combustible está mejorado y esto produce un aumento en la potencia de salida. Además, con este resultado se reduce tanto los gases de escape nocivos como la carga de combustible.

Los enfriadores intermedios pueden ser del tipo de enfriamiento por aire o por agua. El tipo de enfriador intermedio enfriado por aire se instala en forma separada, adelante del radiador, para el agua refrigerante del motor, y sirve como el enfriador del aire de refuerzo, como se muestra en la Figura 68.

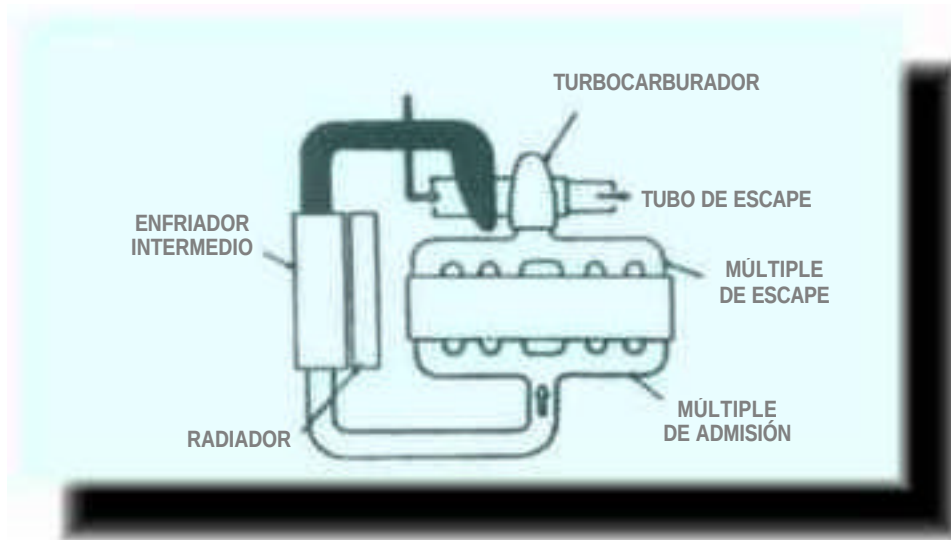


Fig. 68: EL ENFRIADOR INTERMEDIO DE AIRE