

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

METODOLOGÍA PRACTICA
APLICADA A LA REPARACIÓN
Y MANTENIMIENTO DE MOTORES DIESEL

POR:

FEDERICO ANTONIO ZERTUCHE AVILA

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA SOBRE LA
REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE MOTORES DIESEL.
INCISO V DEL ARTICULO 2º DEL REGLAMENTO SOBRE
REQUISITOS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL
EN LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”

Presentado como requisito parcial para
Obtener el título de:

Ingeniero Agrónomo en Maquinaria Agrícola

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Junio de 1999
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

METODOLOGÍA PRACTICA
APLICADA A LA REPARACIÓN
Y MANTENIMIENTO DE MOTORES DIESEL

POR:

FEDERICO ANTONIO ZERTUCHE AVILA

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA

Presentado como requisito parcial para

Obtener el título de:

Ingeniero Agrónomo en Maquinaria Agrícola

Buenvista, Saltillo, Coahuila, México.

Junio de 1999

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE INGENIERÍA
METODOLOGÍA PRACTICA
APLICADA A LA REPARACIÓN
Y MANTENIMIENTO DE MOTORES DIESEL

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA SOBRE LA REPARACIÓN
Y MANTENIMIENTO DE MOTORES DIESEL. INCISO V DEL ARTICULO 2º
DEL REGLAMENTO SOBRE REQUISITOS PARA OBTENER EL TITULO
PROFESIONAL EN LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

POR

FEDERICO ANTONIO ZERTUCHE AVILA

QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO AGRÓNOMO EN MAQUINARIA AGRÍCOLA

APROBADO

ING. TOMAS GAYTAN MUÑIZ
PRESIDENTE DEL JURADO

ING. RAMIRO LUNA MONTOYA
SINODAL

ING. ROSENDO GONZALEZ GARZA
SINODAL

ING. JESUSR. VALENZUELA GARCÍA
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE INGENIERÍA

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA.

JUNIO DE 1999

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo

A DIOS NUESTRO GUÍA

A mis señores padres por ser mis mejores amigos y consejeros

Sr. Bernardino Zertuche Yruegas

Sra. Emma Alicia Avila Chavira

A una persona muy especial que siempre me ha apoyado

Mi novia y futura esposa

Srita. Rosa María De La Torre Onofre

A mis familiares y amigos

A mi Alma Mater

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por contribuir a mi formación profesional.

Al Ing. Tomas Gaytan Muñiz jefe del departamento de maquinaria agrícola por la labor realizada en el desarrollo del presente trabajo.

Al Ing. J. Humberto García H. por su amistad y apoyo.

A la C. Rosa María De La Torre Onofre por su desmedido y desinteresado apoyo en la elaboración de este trabajo.

Al Ing. Rosendo Gonzalez y al Ing. Ramiro Luna por su amistad y apoyo.

A mis amigos y compañeros de trabajo por el apoyo brindado.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	PAGINA
1. INTRODUCCIÓN	1

2. FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR DIESEL	5
2.1. EXPLICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO	6
2.1.1. TIEMPO DE ADMISIÓN	6
2.1.2. TIEMPO DE COMPRESIÓN	7
2.1.3. TIEMPO DE EXPANSIÓN Y TRABAJO	7
2.1.4. TIEMPO DE ESCAPE	7
2.2. PARTES BÁSICAS DEL MOTOR	8
2.2.1. BLOQUE DE CILINDROS	8
2.2.2. LA CULATA	8
2.2.3. EMPAQUE DE LA CULATA	9
2.2.4. CÁRTER	9
2.2.5. LAS VÁLVULAS	9
2.2.6. ÁRBOL DE LEVAS	10
2.2.7. CIGÜEÑAL	10
2.2.8. BIELA	11
2.2.9. PISTÓN	11
2.2.10. SEGMENTOS	12
2.2.11. TAQUE	13
2.2.12. VARILLAS EMPUJADORAS	13
2.2.13. BALANCÍN	13
2.3. SISTEMAS QUE CONSTITUYEN UN MOTOR DIESEL	15
2.3.1. SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE	15
2.3.1.1. DEPOSITO DE COMBUSTIBLE	15
2.3.1.2. BOMBA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE	16
2.3.1.3. LOS FILTROS DE COMBUSTIBLE	17

2.3.1.4. LA BOMBA DE INYECCIÓN	19
2.3.1.5. LOS INYECTORES	20
2.3.2. SISTEMA DE LUBRICACIÓN	22
2.3.3. SISTEMA DE ENFRIAMIENTO O REFRIGERACIÓN DEL MOTOR	25
2.3.3.1. ENFRIAMIENTO POR AIRE	25
2.3.3.2. ENFRIAMIENTO POR AGUA	26
2.3.4. SISTEMA DE ADMISIÓN Y ESCAPE	29
2.3.4.1. FILTROS DE AIRE EN BAÑO DE ACEITE	30
2.3.4.2. FILTROS DE AIRE TIPO SECO	31
2.3.4.3. TURBOALIMENTADOR	32
2.4. IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO	33
2.4.1. INTERVALOS DE SERVICIOS RECOMENDADOS	34
2.4.2. MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE	37
2.4.2.1. CUIDADOS DEL DEPÓSITO	37
2.4.2.2. CUIDADOS DE LOS FILTROS DE COMBUSTIBLE	38
2.4.3. MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN	39
2.4.4. MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	40
2.4.5. MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL SISTEMA DE ADMISIÓN Y ESCAPE	41
2.4.5.1. MANTENIMIENTO DE LOS FILTROS DE AIRE EN SECO	41

2.4.5.2. MANTENIMIENTO DE LOS FILTROS DE AIRE	
EN BAÑO DE ACEITE	42
3. PROCEDIMIENTO PARA LA REPARACIÓN DE UN MOTOR DIESEL	43
3.1. REPARACIÓN MAYOR DE UN MOTOR DIESEL	43
3.2. PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA DEL MOTOR	46
3.2.1. LIMPIEZA CON VAPOR	47
3.2.2. ROCIADO CON ACEITE PRESURIZADO	47
3.2.3. SOLVENTES CALENTADOS	48
3.3. DESMONTAJE DE PIEZAS EXTERNAS	49
3.4. DESMONTAJE DEL MOTOR CON GRÚA O ESLINGA	52
3.5. PARA DESARMAR EL MOTOR	53
3.6. PARA DESARMAR EL BLOQUE DE CILINDROS	59
3.7. PROCEDIMIENTO PARA PREPARAR LA LISTA DE REPUESTOS	64
3.7.1. LISTA DE REFACCIONES PARA LA REPARACIÓN	
DE UN MOTOR DE TRACTOR	64
3.8. PROCEDIMIENTO PARA EL ARMADO DE PARTES INTERNAS	67
3.8.1. INSTALACIÓN DE LOS BOTADORES	67
3.8.2. INSTALACIÓN DEL EJE DE LEVAS	67
3.8.3. INSTALACIÓN DE LOS METALES SUPERIORES DEL	
CIGÜEÑAL	68
3.8.4. INSTALACIÓN DEL CIGÜEÑAL	68
3.8.5. INSTALACIÓN DE LAS TAPAS DE LOS METALES	
DE BANCADA	68
3.8.6. TORQUES RECOMENDADOS PARA EL AJUSTE DE	
LOS ASIENTOS DE BANCADA	69

3.8.7. INSTALACIÓN DE LOS RETENES DE ACEITE	69
3.8.8. INSTALACIÓN DEL SOPORTE ANTERIOR DE LA CAJA DE ENGRANES	69
3.8.9. INSTALACIÓN Y SINCRONIZACIÓN DE LOS ENGRANAJES DE DISTRIBUCIÓN	70
3.8.10. INSTALACIÓN DE LA TAPA DE LA CAJA DE LOS ENGRANES	71
3.8.11. INSTALACIÓN DE LA POLEA Y DE LA NUEZ DE LA MANIZUELA	72
3.8.12. INSTALACIÓN DE LA BIELA EN EL PISTÓN	72
3.8.13. INSTALACIÓN DE LOS ANILLOS EN EL PISTÓN	72
3.8.14. ALINEACIÓN DE LAS ABERTURAS DE LOS ANILLOS	73
3.8.15. INSTALACIÓN DE LOS PISTONES DENTRO DE LOS ANILLOS	73
3.8.16. INSTALACIÓN DE LA BOMBA DE ACEITE	74
3.8.17. REVISIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA BOMBA DE ACEITE	74
3.8.18. INSTALACIÓN DE LA BOMBA	75
3.8.19. INSTALACIÓN DEL CÁRTER	75
3.8.20. INSTALACIÓN DE LA CULATA	75
3.8.21. REGULACIÓN DE LA LUZ DE LAS VÁLVULAS	76
3.8.22. INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EMBRAGUE	77
3.8.23. INSTALACIÓN DEL MOTOR EN EL TRACTOR	78
3.9. PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN DE PARTES EXTERNAS	79

3.9.1. INSTALACIÓN DE LOS TAPONES DE AGUA Y ACEITE DEL MOTOR	79
3.9.2. INSTALACIÓN DE LOS INYECTORES	79
3.9.3. INSTALACIÓN DE TAPAS Y CUBIERTAS EN GENERAL	79
3.9.4. INSTALACIÓN DE LA BOMBA DE AGUA	80
3.9.5. INSTALACIÓN DEL FILTRO DE ACEITE	80
3.9.6. INSTALACIÓN DEL FILTRO DE COMBUSTIBLE	80
3.9.7. INSTALACIÓN DEL MEDIDOR DE TEMPERATURA	80
3.9.8. INSTALACIÓN DEL RADIADOR	80
3.9.9. INSTALACIÓN DE LAS MANGUERAS	81
3.9.10. CAÑO DE PURGA	81
3.9.11. INSTALACIÓN DEL TREN DELANTERO	81
3.9.12. INSTALACIÓN DEL MÚLTIPLE DE ADMISIÓN Y ESCAPE	81
3.9.13. INSTALACIÓN DEL MOTOR DE ARRANQUE	82
3.9.14. INSTALACIÓN DE LA BOMBA DE INYECCIÓN Y CONEXIONES	82
3.9.15. INSTALACIÓN DE LAS VARILLAS DEL ACELERADOR	83
3.9.16. PRUEBA DE LA BOMBA DE COMBUSTIBLE	84
3.9.17. INSTALACIÓN DE LA BOMBA DE COMBUSTIBLE	84
3.9.18. INSTALACIÓN DE LA BATERÍA	84
3.9.19. PURGA DE LOS MOTORES DIESEL	85
3.9.20. PRUEBAS Y REVISIONES ANTES DEL ARRANQUE	86
4. APÉNDICE 1: FIGURAS	89
5. APÉNDICE 2: TORQUES	105

6. CONCLUSIONES	107
7. BIBLIOGRAFÍA	108

INDICE DE FIGURAS

	PAGINA
FIGURA 2.1	91
FIGURA 2.2	93
FIGURA 3.1	96
FIGURA 3.2	98
FIGURA 3.3	99
FIGURA 3.4	100
FIGURA 3.5	101
FIGURA 3.6	103

FIGURA 3.7

104

TORQUES

106

INTRODUCCIÓN

Un motor de combustión interna es aquel que quema combustible en su interior; combustión significa quemar, e interna que se produce en el interior. Estos motores fundamentalmente son, un recipiente en el que introducimos una mezcla de aire y combustible para hacer que se queme dentro de él. Puede decirse que el motor es un dispositivo que convierte energía calórica en fuerza mecánica útil , (John Deere, 1972).

En 1678 el físico Abbe Hautefeuille concibe la idea de quemar pólvora en una cámara, pero no es hasta que Nicolás Otto, alemán , desarrolla una idea práctica para una unidad de fuerza del tipo de combustión interna usando los principios básicos del francés Beau de Rochas, este tenía un cilindro, pero con la característica que este

motor daba 4 movimientos del pistón por cada ciclo, de la misma manera que el motor de 4 tiempos, (ciclo de Otto) que es usado en los motores de hoy en día (Stone, 1976). Este descubrimiento no tomo importancia sino hasta 1876, en que alcanzó un desarrollo razonable y satisfactorio, pero no fue hasta 1890 cuando las patentes originales expiraron, debido a que otras compañías pudieron trabajar en motores similares.

En 1892 aparece el primer tractor con motor de gasolina, que pudo operar en forma satisfactoria y que fue construido por John froelich.

En 1910 aparecen los tractores de gasolina en el mercado, de esa fecha, y hasta 1920, éstos compiten con los tractores de vapor, hasta que logran prevalecer los primeros. Las unidades construidas eran exclusivamente de tracción y contaban sólo con una barra de tiro.

En 1924 se fabrica por International Harvester Co. el primer tractor de uso general. En 1929 John Deere produce el primer tractor con levante mecánico para equipo integral y en 1931, caterpillar presenta el primer tractor Diesel 65 (Alvarado , 1976).

Aunque muy similar en su esquema general al motor de gasolina, el motor Diesel presenta diferencias en su ciclo de funcionamiento que lo hace sensiblemente distinto en muchos aspectos. Patentado por el Ingeniero alemán Rodolfo Diesel en el año de 1892, el motor que lleva su nombre durante muchos años estuvo prácticamente reservado a aplicaciones industriales, como los grandes motores utilizados en las centrales eléctricas, en los barcos y ferrocarriles, etc. Desarrollando

potencias del orden de los 5000 CV o más en algunas aplicaciones (National schools, Mecánica automotriz, industrial y Diesel).

La diferencia fundamental entre el motor Diesel y el de gasolina se centra en tres características básicas:

Construcción más robusta.

La relación de compresión de un Diesel (entre 16 - 20 a 1) es aproximadamente el doble que la normal en motores de gasolina (entre 8 - 10 a 1). En consecuencia, el motor Diesel exige una mecánica más robusta, en especial en lo que se refiere al conjunto de pistón, biela y cigüeñal.

Inyección de combustible de alta presión.

El sistema de alimentación de combustible en el motor Diesel difiere completamente del utilizado en el motor de gasolina. En el Diesel los cilindros aspiran únicamente aire, que durante la carrera de compresión es comprimido hasta presiones del orden de 30 kg./cm^2 , elevándose considerablemente su temperatura por efecto de esta compresión. Al final de la carrera de compresión el gasóleo es inyectado a gran presión (de 150 a 250 kg./cm^2) en la carrera de combustión, donde al entrar en contacto con el aire a elevada presión y temperatura, se inflama. Los gases en expansión empujan entonces al pistón hacia abajo, produciéndose la carrera de combustión equivalente a la denominada de explosión en el motor de gasolina.

Alimentación de aire.

En el motor Diesel la entrada de aire es libre, pues no hay mariposa de regulación mandada por el acelerador como sucede en el motor de gasolina. Aquí la

aceleración o desaceleración del motor se consigue variando únicamente la cantidad de combustible inyectado, labor que corresponde a la bomba de inyección, sobre la cual actúa el pedal del acelerador.

El motor es la fuente de fuerza de los tractores y está destinado a desarrollar trabajos de tiro o de tracción, estacionarios y de empuje. Como ejemplo del trabajo de tiro se tiene el acople de implementos en la barra de tiro estándar, tales como los arados y las rastras. El acople de un implemento en el enganche de tres puntos, como los arados integrales o de montaje y las rastras integrales. Los trabajos estacionarios los realiza por medio de la polea y el eje de toma de fuerza, como por ejemplo el bombeo de agua, la operación de una trilladora estacionaria, un molino, etc.

El presente estudio se realiza con la finalidad de desarrollar una metodología que dé las pautas y recomendaciones generales para llevar a cabo el desarmado y reparación de los motores de tractores agrícolas o cualquier equipo dotado con un motor Diesel, lo cual es un trabajo laborioso que debe ser bien hecho.

Los objetivos del presente trabajo son:

- Realización de un estudio metodológico referente al desarmado, reparación y montaje de los motores Diesel.
- Obtención de una guía práctica enfocada a la reparación de los motores Diesel.

2. FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR DIESEL

El motor Diesel lleva el nombre de su inventor, el Dr. Rodolfo Diesel, quien publicó una obra titulada “ teoría y construcción de un motor racional “. El termino “racional” lo empleo en su acepción común de algo que solo puede concebirse por la razón, puesto que no existía un modelo practico de dicho motor, sino que sólo se trataba de las patentes de las cuales se fundaba su teoría. Dos casas comerciales se interesaron en su invento y , después de vencer incontables dificultades, el Doctor Diesel logró construir su primer motor en el año de 1897 (National schools) .

Alvarado (1976), nos menciona que las características principales de este tipo de motor son las siguientes :

- 1.- La culata aloja al inyector que es la parte encargada de realizar la inyección oportuna del combustible pulverizado o atomizado;
- 2.- la cámara de combustión es muy reducida en volumen, lo que origina que la compresión del aire sea bastante elevada (250 lbs/pulg² aproximadamente) ;

- 3.- el pistón posee salientes u otras formas que favorecen el giro del aire durante el tiempo de compresión, para obtener una mezcla uniforme con el combustible que ingresa por el inyector;
- 4.- posee válvulas de admisión y de escape, las que funcionan en igual forma que para el motor de gasolina de cuatro tiempos;
- 5.- la combustión se realiza por auto encendido; es decir, que la temperatura, de aproximadamente 500°C, alcanzada al comprimirse el aire, es suficiente para que combustione el combustible y el aire mezclados.

2.1. EXPLICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO

El motor es la fuente que proporciona la energía necesaria, al transformar la energía calórica en fuerza mecánica útil para las diferentes funciones del tractor; y sus elementos básicos de funcionamiento son los siguientes:

- a).- Aire, combustible y combustión.
- b).- Movimiento rectilíneo y rotatorio.
- c).- Compresión del aire hasta una presión y temperatura suficiente para encender el combustible.
- d).- Ciclos del motor, los que requieren de 720° o sea dos revoluciones para efectuar su trabajo completo, reciben el nombre de motores de cuatro tiempos. En estos motores tiene lugar un tiempo cada 180°, (Turnquist, 1991), los cuales son los siguientes : (observar figuras 2.1 y 2.2)

2.1.1. TIEMPO DE ADMISIÓN

El pistón esta en el punto muerto superior y la válvula de admisión comienza a abrirse. El pistón en su bajada aumenta el volumen del cilindro y baja la presión. Por la presión atmosférica ingresa el aire filtrado, salvo que el motor tenga super

cargador, en cuyo caso el aire ingresa a mayor presión. Este tiempo termina con el cierre de la válvula de admisión, en que el cilindro ha quedado lleno de aire y el pistón esta en el punto muerto inferior, (Obert, 1991).

2.1.2. TIEMPO DE COMPRESIÓN

La carrera de compresión empieza en el punto muerto inferior, cuando el pistón comienza a subir comprimiendo la mezcla; las válvulas de admisión y escape están cerradas y el volumen de la mezcla se reduce por la compresión a una fracción de su valor inicial, (López, 1984).

2.1.3. TIEMPO DE EXPANSIÓN Y TRABAJO

Al final de la carrera de compresión, se inicia la combustión y la carrera descendiente de expansión de los gases. Esta carrera se llama carrera de trabajo, porque es en realidad ésta la que produce la energía mecánica. El pistón ha llegado a su punto muerto arriba, al final de la carrera de compresión, las válvulas quedan cerradas; todo el aire fue comprimido y succionado dentro de la cámara de precombustión, por acción del pistón y la del proceso de gasificación de la mezcla.

La cantidad de aire con oxígeno se encuentra ahora en una adecuada relación respecto de la cantidad de combustible Diesel inyectada, y se inicia la explosión o combustión. Como resultado, la presión aumenta considerablemente y casi de modo

instantáneo. La expansión empuja el pistón con gran fuerza hacia abajo. Es el inicio de la tercera carrera, la de trabajo, (Granet, 1988.) .

2.1.4. TIEMPO DE ESCAPE

El pistón sube del punto muerto inferior al punto muerto superior, la válvula de escape se abre y salen los gases quemados, cuando el pistón llega al punto muerto superior se cierra la válvula de escape y da comienzo un nuevo ciclo de cuatro tiempos (Manrique, 1981).

2.2. PARTES BÁSICAS DEL MOTOR

El motor consta de cierto número de componentes que se ensamblan en la fábrica. Estos componentes se sujetan entre si con diversos tornillos, tuercas y otros sujetadores.

En seguida se mencionan las partes mas sobresalientes de un motor, sin profundizarse mucho en el tema, y tomando en cuenta la opinión de diversos autores especialistas en la materia:

2.2.1. BLOQUE DE CILINDROS (Monoblock)

El bloque de cilindros es la parte mas grande del motor. Las otras piezas se instalan o se colocan en el bloque. El bloque de cilindros es una sola pieza de hierro fundido con agujeros cilíndricos, (Konrad, 1971).

2.2.2. LA CULATA (Cabeza del motor)

Es la tapa superior del motor, interiormente es hueca, es decir, tiene una cámara que contiene el agua de refrigeración. Además de contener a los inyectores, aloja a las válvulas de admisión y escape, contiene las guías de las válvulas, que por

lo general son cambiables. Por su parte inferior e interna presenta una superficie lisa o cóncava que junto con la parte superior del cilindro, y con la cabeza del pistón, forman la cámara de combustión. Lateralmente presenta orificios grandes que son los pasajes del aire hacia las válvulas de admisión y orificios de escape que comunican con las válvulas de escape. Verticalmente presenta diversos orificios para los pernos que la sujetan con el bloque, (Thiessen, 1990).

2.2.3. EMPAQUE DE LA CULATA

Esta confeccionado con material de asbesto el cual va cubierto con planchas de cobre o latón en su parte superior e inferior. Este empaque sirve para realizar un ajuste hermético de la culata con el monoblock.

2.2.4. CÁRTER

Es la tapa inferior del motor y contiene el aceite para la lubricación del mismo.

2.2.5. LAS VÁLVULAS

Los conjuntos de válvulas abren y cierran los conductos de admisión y escape que conectan los múltiples de admisión y escape con la cámara de combustión. El conjunto consta de las válvulas, su asiento, resorte, platillos del resorte, candados, guía de la válvula y sello.

En las válvulas se pueden distinguir dos partes : Cabeza y vástago.

La cabeza tiene forma circular, con el borde en forma de bisel, lo que constituye el asiento de la válvula. Este debe ajustar perfectamente con el asiento postizo que tiene la culata para conseguir un cierre hermético.

Unido a la cabeza esta el vástago, que tiene forma cilíndrica. En su extremo lleva una ranura en la que se aloja la chaveta que sujeta el muelle.

Este vástago se desliza por el interior de un orificio postizo que lleva la culata, llamado guía de válvula, (Gilardi, 1985).

2.2.6. ÁRBOL DE LEVAS

El árbol de levas acciona el mecanismo de válvulas para abrir y cerrar las válvulas en la culata. Posee dos levas o lóbulos por cada cilindro del motor. Estas levas están dispuestas aproximadamente a 90° entre si y su función es levantar a los botadores o buzos, para que estos a su vez operen a las válvulas. En la parte delantera tiene un engranaje o piñón de distribución donde existe una marca que se utiliza en el armado del motor para lograr su sincronización .

En cualquier caso, el piñón del árbol de levas, tendrá que tener doble número de dientes que el del cigüeñal para dar la mitad de vueltas que este, ya que en cada ciclo completo las válvulas solo se abren una vez, y por lo tanto, el árbol de levas dará una vuelta mientras que el cigüeñal habrá dado dos vueltas para completar el ciclo de los cuatro tiempos.

Estos engranajes están protegidos por una tapa llamada cárter de distribución, la cual evita : la entrada de polvo del exterior, que dañaría a los piñones y que evita haya fugas de aceite que, para la lubricación de estos piñones, llega desde el sistema de engrase del motor.

En algunos casos, el árbol de levas lleva un pequeño piñón para dar movimiento a la bomba de engrase, (Gilardi, 1985).

2.2.7. CIGÜEÑAL

El cigüeñal es una de las principales partes móviles del motor. Es la única conexión entre las partes productoras de potencia en el motor y el tren de impulsión.

Esta diseñada para transmitir toda la potencia que pueda producir el motor, posee un centro de giro llamado bancada y tiene un codo por cada cilindro, llamado exéntrica o manivela. La bancada soporta al cigüeñal en sus respectivos cojinetes de metal blando. El cigüeñal esta perforado internamente para permitir el pasaje del aceite a presión hacia los metales de las bielas, (Díaz, 1976).

2.2.8. BIELA

Es la pieza encargada de unir el pistón con el cigüeñal. Es de acero muy resistente, que tiene que transmitir la fuerza y movimiento que le de el pistón hasta el cigüeñal.

Se divide en tres partes : cabeza, cuerpo y pie.

- En el pie lleva un orificio con un casquillo interior de latón, dentro del cual va metido el bulón.
- En la cabeza tiene otro orificio donde se aloja uno de los codos del cigüeñal.
- El cuerpo de la biela une las dos partes descritas antes.

Para poder unir la biela al cigüeñal, la cabeza de la biela va dividida en dos partes : una es solidaria con el cuerpo de la biela y otra, llamada sombrerete, es desmontable, que se une a la anterior por medio de dos tornillos. En cada una de estas partes de la cabeza de biela va un medio casquillo (metales), que es el que esta en contacto con el cigüeñal, (John Deere, 1979).

2.2.9. PISTÓN

Es una pieza de aluminio, cilíndrica, que va situada dentro del cilindro, bastante ajustado pero sin llegar a tocar sus paredes, ya que si tocara se desgastaría y calentaría mucho, Durante el funcionamiento del motor el pistón tiene un movimiento de vaivén deslizándose por el interior del cilindro.

Se puede distinguir dos partes : Cabeza y falda.

En la parte superior de la cabeza van unas ranuras donde se acoplan los segmentos de compresión, y , a continuación lleva unas ranuras donde va el segmento de engrase.

Entre la cabeza y la falda lleva un orificio transversal donde se aloja el bulón, por donde enlaza la biela al pistón. En los extremos de este orificio lleva una ranura interior donde se colocan los candados del bulón.

En la falda suele llevar una ranura donde se aloja otro segmento de engrase, (Atares, 1993).

2.2.10. SEGMENTOS (ANILLOS)

Los segmentos son unos aros metálicos, elásticos y abiertos que van en las ranuras del pistón.

Pueden ser de dos tipos : De compresión y de engrase.

Los segmentos de compresión son macizos, y son los que hacen el cierre hermético entre el pistón y las paredes interiores del cilindro, para que no se pierda la compresión. Al segmento colocado en la parte mas alta, que es el que soporta la combustión, se le denomina segmento de fuego. Los segmentos de engrase llevan unas perforaciones en el centro y tienen por misión eliminar el exceso de aceite que

se deposita en las paredes del cilindro y enviarlo a través de sus orificios, y de los que lleva el pistón en sus ranuras, al cárter del motor, (Miralles , 1986).

2.2.11. TAQUE

Es una pieza cilíndrica que va alojada en una cavidad del bloque, por lo que se desliza cuando recibe el empuje de la leva.

Sirve para dirigir y transmitir el movimiento desde el árbol de levas a la varilla empujadora.

Lleva una perforación en la parte inferior que le sirve para dar paso al aceite del engrase que, procedente del eje de balancines, resbala por las varillas empujadoras y de esta forma se lubrica la base del taqué, (Sep, 1983).

2.2.12. VARILLAS EMPUJADORAS

Son las encargadas de transmitir el movimiento desde el taque hasta el balancín.

Por su parte inferior tiene forma semiesférica y se aloja en una pequeña cavidad del taque; y por su parte superior tiene una concavidad en la que se introduce el tornillo de reglaje que tiene el balancín , (Brady, 1997).

2.2.13. BALANCÍN

Es la pieza que transmite el movimiento desde la varilla empujadora hasta la válvula.

Tiene un orificio central; en el va colocado un eje que va fijo sobre la culata.

En uno de sus extremos lleva roscado un tornillo que se apoya sobre la varilla empujadora, en la concavidad antes indicada; el tornillo lleva una tuerca de bloqueo y es con dicho conjunto con el que se hace la regulación del juego de taques.

En el otro extremo termina en una superficie ligeramente curva, que es la que empuja al vástago de la válvula.

Los Balancines de un motor, uno para cada válvula, suelen ir colocados todos sobre el mismo eje, llamándose este eje de balancines, y protegidos por una tapa llamada tapa de balancines , (May, 1988).

2.3. SISTEMAS QUE CONSTITUYEN UN MOTOR DIESEL.

2.3.1. SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE.

La función primordial del sistema de alimentación de combustible consiste en inyectar a gran presión, pulverizando finamente una cantidad determinada de combustible en cada cilindro del motor, en el instante preciso.

En el motor Diesel la combustión se produce en el momento en que esta carga de combustible se mezcla con el aire caliente por la compresión. por eso no se necesita ninguna chispa para inflamar la mezcla, como ocurre en el motor de gasolina.

Los principales componentes del sistema de combustible para motores Diesel, (John Deere, motores , 1979), son los siguientes :

⇒ El depósito de combustible donde se almacena este.

⇒ La bomba de alimentación de combustible que lo manda a la bomba de inyección a través de los filtros.

⇒ Los filtros de combustible que dejan este libre de impurezas.

⇒ La bomba de inyección que dosifica el combustible y lo inyecta a presión en los cilindros en el momento preciso.

⇒ Los inyectores que pulverizan finamente el combustible al inyectarlo en el cilindro.

2.3.1.1. DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE.

Atares (1989), menciona que el tamaño y la capacidad del depósito de combustible dependen del espacio disponible de la máquina, pueden ser largos y angostos o cortos y anchos. Los depósitos tienen una boca de llenado sobre la cual se coloca un tapón para su cierre, este tapón contiene un orificio para permitir la entrada de aire en el depósito a medida que se vaya consumiendo el combustible.

Por la parte superior del depósito contiene un conducto de retorno, por donde llega el Diesel sobrante de los inyectores.

En la parte baja, y a una cierta altura sobre el fondo, para que no salga la suciedad depositada, se encuentra la salida de combustible con una llave de paso (grifo). En la parte más baja del depósito, contiene un tapón de drenaje para realizar periódicamente la limpieza del depósito.

Dentro del depósito se encuentra un flotador, conectado al tablero de la máquina el cual servirá para conocer la lectura de la cantidad de combustible existente.

2.3.1.2. BOMBA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE

Las bombas alimentadoras de combustible varían en sus características constructivas, pero todas ellas pueden clasificarse como bombas centrífugas y bombas absorbentes - impelentes. Las primeras se denominan así porque es la fuerza centrífuga la que impulsa al combustible; las segundas se llaman así porque el combustible absorbido es impelido por una fuerza de compresión. La fuerza centrífuga es producida por engranajes, rotores o cualquier clase de piezas circulares que, por el hecho de dar vueltas a suficiente velocidad dentro de una caja cerrada, absorben combustible para impulsarlo por su periferia con una fuerza que es la

centrífuga de las piezas en rotación. En cambio las fuerzas de compresión es producida por un émbolo que, al moverse alternativamente dentro de un cilindro, absorbe combustible para impulsarlo con una fuerza que es la de compresión del émbolo.

Las bombas alimentadoras de combustible son accionadas ya sea por el motor que se trata de alimentar, por un motor eléctrico o por un motor hidráulico; pueden ser también eléctricas en el sentido de que el órgano impulsor de la bomba es movido por energía eléctrica sin intervención de ningún motor, o bien pueden ser movidas a mano. La utilización de un determinado tipo de bomba dependen del motor empleado, existen sistemas de inyección de combustible que incluyen en su equipo bombas alimentadoras, es decir que la bomba alimentadora está montada conjuntamente con la bomba inyectora y demás accesorios de inyección formando una sola unidad (National schools, mecánica automotriz, industrial y Diesel).

2.3.1.3. LOS FILTROS DE COMBUSTIBLE.

El filtrado de Diesel es absolutamente imprescindible para que el motor pueda funcionar, (John Deere, tractores, 1979) por las razones siguientes :

- El Diesel contiene casi siempre impurezas.
- La bomba de inyección y los inyectores son componentes de alta precisión.

Por esto, el combustible se debe filtrar varias veces a través del propio sistema de combustible.

En un sistema de combustible típico de Diesel suele disponer de tres fases de filtrado progresivas como las siguientes :

1. Una malla de filtrado en el depósito o en la bomba de alimentación para retener las partículas más gruesas.
2. Un filtro primario que retiene la mayor parte de las partículas más pequeñas.
3. Un filtro secundario que retiene las partículas minúsculas.

TIPOS DE FILTROS.

John Deere (motores, 1979) nos menciona que los filtros retienen la materia extraña que puede llevar el combustible en suspensión. Algunos filtros, también retienen las impurezas disueltas. El filtrado se realiza por alguno de los procedimientos siguientes :

- Por tamizado.
- Por absorción.
- Por separación magnética.

EL TAMIZADO es un procedimiento mecánico de filtrar los líquidos. El filtro consiste en una malla o tamiz más o menos tupido, en el que quedan retenidas las partículas de tamaño mayor que las aberturas o poros. Este tipo de filtros puede consistir en una malla de alambre, para retener las partículas de más grosor, o en una tela o papel poroso, cuando se quieren retener partículas muy pequeñas.

El procedimiento de filtrado por **ABSORCIÓN** consiste en disponer el medio filtrante de manera que las partículas sólidas y una parte del agua se queden

adheridas al mismo. El medio filtrante suele ser en este caso una lámina medianamente gruesa de algodón, celulosa, tejido grueso o fieltro.

La **SEPARACIÓN MAGNÉTICA** es un método de filtrado que se emplea para separar el agua del combustible. El medio filtrante es un papel de filtro especial tratado con sustancias químicas que hacen que el agua se condense en forma de gotas sobre la superficie del filtro, que caen resbalando a un recipiente que hay en el fondo.

2.3.1.4. LA BOMBA DE INYECCIÓN

Atares , (1993) nos menciona que todo sistema de inyección, al entregar el combustible a las cámaras de combustión debe efectuar las siguientes funciones:

- 1.- Dosificar la cantidad exacta de combustible que ha de ser inyectada.
- 2.- Sincronizar la inyección con el funcionamiento del motor.
- 3.- Regular la velocidad de la inyección, o caudal de combustible.
- 4.- Pulverizar el combustible, o sea, dividirlo en partículas muy finas.
- 5.- Distribuir adecuadamente el combustible en la cámara de combustión.

La mayoría de los motores Diesel utilizan alguna forma de inyección por bomba, o inyección mecánica. En todos los sistemas de inyección mecánica los elementos fundamentales son una bomba y varios inyectores, los cuales pueden combinarse de muchas maneras, pero los tres tipos principales de sistemas de inyección son :

(1) sistema de émbolos múltiples, o de bomba lineal, (2) sistema de distribuidor, o de bomba rotativa, y (3) sistema de inyectores independientes.

1) SISTEMA DE INYECCIÓN DE BOMBA LINEAL.

Miralles de imperial (1986) nos menciona que en los sistemas de embolo múltiples o de bomba lineal existe un elemento impulsor de combustible para cada cilindro, llamado a veces cuerpo de bomba. En un sistema de este tipo (conocido también coma sistema de bomba pulsatoria), el grueso del trabajo la realiza la propia bomba, que crea la presión, dosifica la carga y sincroniza la inyección.

2) SISTEMA DE INYECCIÓN DE BOMBA ROTATORIA.

Las bombas rotativas se utilizan actualmente en un gran numero de los motores Diesel de tamaño medio y pequeño. La aceptación de este tipo de bombas se debe a su rapidez de respuesta, precio menor, poco peso, tamaño reducido, simplicidad y facilidad de adaptación a los motores pequeños.

3) INYECTORES INDEPENDIENTES.

Konrad (1971) , nos menciona que en el sistema de inyectores independiente se combinan en un solo conjunto cada inyector con una bomba de inyección independiente.

Los inyectores independientes deben ser accionados cada uno por una leva propia que debe reglarse para que actúe como las demás, lo que representa una fase más en el trabajo de puesta apunto.

2.3.1.5. LOS INYECTORES.

Los inyectores se montan en las culatas y son accionados hidráulicamente por el combustible que entrega la bomba de inyección. Hay muchos tipos de inyectores; no obstante, todos ellos se basan en la misma idea de elevar hidráulicamente una

válvula cargada por un muelle para que el combustible a presión llegue a la cámara de combustión en forma de chorro pulverizado.

Obert (1991) menciona que los tres tipos habituales de inyectores son los de tobera con boquilla simple, de tobera con boquilla de orificios múltiples y de tobera con boquilla de aguja.

Toberas de boquilla simple. Las toberas de boquilla simple se componen de un cuerpo en el que se aloja una válvula cargada por un muelle y un vástago. La función del muelle es proporcionar la presión de apertura especificada. Cuando el émbolo de la bomba de inyección hace llegar combustible al inyector, la presión alcanza un valor suficiente para alzar la válvula de la tobera en contra de la presión del muelle. Cuando el mecanismo de dosificación de la bomba corta el suministro de combustible, la válvula se cierra rápidamente y cesa la inyección para esa carrera.

Toberas con boquillas de orificios múltiples. Los inyectores con este tipo de toberas tienen mayor utilización en las cámaras de combustión abiertas, que hacen necesario repartir el chorro de combustible a todos los puntos de una cámara ancha y poco profunda.

Toberas con boquilla de aguja. Las toberas de esta clase están dotadas de válvulas cuyos extremos se prolongan en una espiga o aguja, cuya forma se construye de acuerdo con las características del chorro que se desee.

La aguja se introduce en el orificio de la boquilla formando un espacio angular a través del cual pasa el combustible. Los inyectores de aguja trabajan uniformemente

y con gran presión, además el movimiento de la aguja tiende a evitar la formación de incrustaciones de carbón en la boquilla , (John Deere , motores 1979).

2.3.2. SISTEMA DE LUBRICACIÓN

Thiessen (1990), indica que el aceite del motor debe desempeñar muchas funciones sin causar daños a otras áreas. Entre las funciones principales que realiza el aceite en el motor nos encontramos con:

Lubricación.

Los aceites deben proporcionar una película fluida entre todas las partes móviles y las partes estacionarias del motor, para reducir la fricción, el calor y el desgaste. La fricción y el desgaste se producen por el contacto metal con metal de partes en movimiento relativo. También se produce desgaste por corrosión ácida, oxidación y abrasión, debidas a los contaminantes arrastrados por el aceite.

Sello.

Debido a las altas presiones de combustión, los anillos del pistón necesitan una capa de aceite entre el anillo y la camisa y entre el anillo y la ranura del pistón, para sellar contra estas altas presiones y evitar el escape de los gases.

Enfriamiento.

El aceite de motor es responsable en alto grado del enfriamiento del pistón. Esto se hace por transmisión directa de calor através de la película de aceite a las paredes del cilindro y de allí al sistema de enfriamiento. También se transporta el calor por el aceite desde el lecho bajo de la corona la falda hasta el cárter.

Control de depósitos.

Los anillos deben estar libres para trabajar adecuadamente y para hacer que se mantenga un buen sellado. Por lo tanto, se debe evitar la formación de depósitos en los surcos de los anillos y en las bandas del pistón.

Control de barnices.

Las partes del motor, en especial el pistón, deben mantenerse libres de barniz para asegurar el buen desempeño y enfriamiento adecuado.

Control de lodos.

Se deben mantener en suspensión los contaminantes que tienden a formar lodos , y no se debe permitir que se precipiten y acumulen. Las partículas mayores se eliminan con el filtro, los lodos y las partículas abrasivas se eliminan con el cambio de aceite.

Protección de los cojinetes.

La descomposición del aceite y los productos corrosivos de la combustión originan el ataque de los cojinetes. Los aditivos en el aceite contrarrestan esta acción al minimizar la descomposición, neutralizar los productos de la combustión que se escapen y al ayudar a formar una película protectora.

Control de oxidación.

Los componentes del motor, incluyen las punterías, bastagos de válvulas, anillos, paredes de cilindro, etc. Están sujetos a condiciones que generan oxidación severa, particularmente durante el período invernal, con abundantes paradas y arranques. Mediante la formulación del aceite se controla la oxidación.

Control de desgaste.

El contacto entre metales se controla con una adecuada selección de viscosidad y el uso de compuestos formadores de película.

Control de rayaduras.

Las presiones máximas tienen lugar en partes tales como los mecanismos del tren de válvulas, en especial en las levas. Se necesita de aditivos tipo penetrante o antipegantes para minimizar este tipo de desgaste.

May (1988) nos explica que el aceite circula desde el depósito y por las diversas partes del sistema, como sigue :

Bomba del aceite. La bomba del aceite, por lo general, se impulsa desde los engranes de sincronización. Succiona el aceite mediante un tubo de succión que tiene el extremo sumergido en el aceite del depósito.

Válvula de descarga. El aceite, normalmente, pasa por la válvula de descarga sin hacerla funcionar; pero si la presión en el sistema se vuelve demasiado alta, esta válvula se abre para devolver el aceite al depósito y reducir la presión.

Enfriador de aceite. Transfiere el calor del aceite al líquido enfriador del motor. Luego, el aceite enfriado sale del enfriador a la válvula de desahogo y al resto del sistema

Válvula de desahogo. Esta regula la presión del sistema. Una vez que se llega a la presión especificada, se abre la válvula de desahogo para drenar la presión sobrante, el aceite sobrante regresa al depósito del mismo. El depósito que pasa por la válvula de desahogo llega hasta el filtro de aceite.

Filtro de aceite. Los aceites contaminados acortan la vida del motor, para reducir este riesgo el sistema de lubricación cuenta con sistemas filtradores (filtros) de aceite, que evitan la prematura descomposición del motor.

Existen dos tipos fundamentales de filtro, los cuales son el de filtrado en superficie, y el de filtrado en profundidad. Además existen dos sistemas principales de filtrado; que son el de paso total y el de derivación.

Existen tres tipos de sistemas de lubricación que podemos encontrar en los motores los cuales son :

- De lubricación por salpicado.
- De lubricación a presión y por salpicado
- De lubricación total a presión.

2.3.3. SISTEMA DE ENFRIAMIENTO O REFRIGERACIÓN DEL MOTOR.

Gilardi, (1985) , nos menciona que Los motores de los tractores, los estacionarios y los que impulsan implementos agrícolas en general, producen cerca de 1700 ° C durante la combustión y para bajar dicha temperatura utilizan uno u otro de los sistemas de enfriamiento siguientes : por aire, o por agua.

2.3.3.1. ENFRIAMIENTO POR AIRE.

En este sistema que es el mas simple, tanto en su control como en sus mantenimiento, la parte externa de la culata y los cilindros están por superficies delgadas y de una área apreciable llamadas aletas de enfriamiento.

La ventaja del enfriamiento por aire es que no requiere radiador, líquido, mangueras, bomba de agua ni cámaras de agua en el block y en la culata. El metal utilizado para fabricar estos motores es el aluminio, no solamente por su peso liviano, sino por ser cuatro veces más eficiente en la transferencia de calor que el acero o el fierro fundido.

2.3.3.2. ENFRIAMIENTO POR AGUA.

Este tipo de enfriamiento se utiliza principalmente en motores de mayor tamaño. El medio para transferir el calor es el agua y el aire. A diferencia del sistema anterior, el calor es transferido por conducción (contacto directo), convección (cambio de temperatura y densidad del agua) y radiación (emisión de ondas calóricas), directamente al aire. Las formas dentro de este tipo de enfriamiento son:

Termocirculación o convección

Opera por el principio de convección o movimiento del agua por cambios de temperatura. El agua al absorber calor del motor aumenta su temperatura y sube para ser reemplazada por el agua enfriada que ingresa por la parte inferior de las cámaras de agua. El deposito superior debe estar más alto que la parte superior de las cámaras de agua del motor. La velocidad de la circulación del agua depende:

- del tamaño y del calibre de los tubos verticales del radiador;
- de la velocidad de la corriente de aire a través del radiador;

- de la temperatura de las chaquetas de agua;
- de la eficiencia del radiador;
- de la distancia entre la parte externa de los cilindros y las paredes
 - del diámetro de las mangueras; y
- del volumen total de agua contenida en el sistema.

Una recomendación muy importante es revisar con bastante frecuencia el nivel de agua, ya que de no estar lleno, se rompe la continuidad de la circulación y el sistema no funciona.

Circulación con bomba a presión de una atmósfera

En esta forma de enfriamiento, la circulación del agua se realiza gracias a una bomba rotativa compuesta , por un impulsor de paletas, que esta montado en el extremo posterior del eje del ventilador. El agua circula a una apreciable velocidad por lo que el volumen total será menor que en el sistema anterior. La tapa del radiador por donde se llena el agua, no cierra herméticamente, por lo tanto, la presión que se alcanza será solamente de una atmósfera o $14,7 \text{ lb/pulg}^2$.

El radiador tiene un menor número de filas de tubos que el usado en termocirculación.

El termostato cierra el paso del agua al radiador cuando el motor esta frío y el agua continúa de la culata hacia la bomba por el conducto de derivación o “ by - pass”.

Al alcanzar el agua la temperatura de 50°C , aproximadamente, el termostato comienza a dilatarse y pasa el agua al radiador; al mismo tiempo se restringe el paso del agua por el “by - pass”. Cuando se alcanza la temperatura normal de

funcionamiento (80 - 90 °C), el paso al radiador será total y el “by - pass” quedara bloqueado. En esta forma el termostato asegura que el motor primero calienta lo mas rápido posible y en segundo termino, estabiliza la temperatura en el grado requerido.

Se ha podido comprobar en la practica que cuando surge problemas en el sistema de enfriamiento, el termostato se elimina y no se reemplaza por otro nuevo.

En estas condiciones el motor demora mucho en calentar y por lo tanto no avanza la temperatura esperada, (Konrad , 1971).

Circulación con bomba a presión mayor que la atmósfera.

Esta forma de enfriamiento es similar a la anterior con la diferencia que la tapa del radiador cierra herméticamente y se ajusta en sus base con la tensión de un resorte calibrado en la fabrica, por lo que la presión interna alcanza valores superiores a la atmosférica, así se consigue que la temperatura de ebullición del agua sea elevada. Como consecuencia de esto, el agua se evapora con tanta facilidad como en los métodos de enfriamiento anteriores, y no se necesita rellenar el radiador frecuentemente.

El mantenimiento de los sistemas de enfriamiento

Para un buen mantenimiento se requiere:

- 1.- La limpieza externa de la parrilla del radiador.
- 2.- La limpieza interna del radiador. Se recomienda hacer un lavado con un producto desincrustante y una vez cambiada el agua debe agregares un producto antioxidante.
- 3.- Utilizar siempre agua limpia para llenar o rellenar el radiador.
- 4.- No utilizar tapas de radiador que no correspondan a la presión estipulada.
- 5.- Buen estado de las mangueras.

6.- Buen estado del termostato.

7.- Buen estado de la banda del ventilador.

8.- Utilizar soluciones anticongelantes cuando se trabaja en condiciones por de bajo de 0°C.

2.3.4. SISTEMA DE ADMISIÓN Y ESCAPE.

Alvarado (1976), nos explica que el sistemas de admisión y escape lleva la mezcla de aire y combustible hasta el motor y dan salida a los gases quemados.

El sistema de admisión suministra al motor aire limpio en la cantidad y a la temperatura apropiada para una buena combustión.

Este sistema consta de cuatro partes principales las cuales son las siguientes:

- Purificadores para aire.
- Sobrealimentador (Opcional).
- Colector de admisión
- Válvulas de admisión.

El tractor es un vehículo que casi siempre tiene que trabajar en el campo o circular por caminos en los que, en tiempo seco, va envuelto en una nube de polvo.

El polvo está compuesto en abundante proporción por pequeñas partículas de piedra, con aristas cortantes y de gran consistencia y dureza.

Si este polvo entra en los cilindros, como parte integrante del aire de la admisión, se adhiere e incorpora en el aceite del engrase que se deposita en las paredes del cilindro, formándose una pasta esmeril, que va desgastando prematuramente la camisa y los segmentos; al trasladarse el pistón en su movimiento alternativo dentro del cilindro, con la consiguiente fuga de gases, pérdida de compresión y, en

definitiva, pérdida de potencia. También se introduce en los cojinetes de bancada y de biela, produciendo arañazos y desgastes que pueden llegar a provocar la avería de esta pieza.

El volumen de aire que normalmente aspira un motor está en la proporción de 12000 a 13000 litros de aire por cada litro de combustible consumido y dado que el tractor realiza labores que desprenden gran cantidad de polvo, y viendo el enorme volumen de aire que aspiran al cabo del día, se deduce la gran importancia que, en los motores de los tractores, tiene la limpieza del aire que entra a los cilindros, para la cual van provistos de un filtro que retiene las partículas extrañas del aire del exterior antes de que pase a los cilindros, (Atares, 1993).

Va situado este filtro, en la mayoría de los tractores, en la parte delantera, pues en esta zona es donde menos cantidad de polvo tiene el aire.

Este filtro puede ser de dos tipos, de baño de aceite o seco.

2.3.4.1. FILTRO DE AIRE EN BAÑO DE ACEITE

Este consiste en un recipiente cerrado, en el cual existe en la parte central un tubo de conducción, el cual está comunicado en la parte central en un tubo de conducción, el cual está comunicado en la parte superior al exterior, y en la parte inferior a un tazón que contiene normalmente aceite del mismo tipo que se utiliza en el motor, a un nivel de 2.5 cms a 3.7 cms de altura. Rodeando al tubo de conducción y en contacto con el recipiente en la parte superior del tazón existe una serie de mallas más o menos cerradas a través de las cuales es pasado el aire después de dejar impurezas en el aceite por el cual ha pasado previamente. Este filtro tiene una capacidad filtrante del 98% de eficiencia.

En la parte superior de las mallas existe un conducto al cual va a dar el aire filtrado previamente y que conduce éste al múltiple de admisión (Alvarado , 1976).

2.3.4.2. FILTROS DE AIRE DE TIPO SECO

La tendencia hacia motores con mayor potencia de salida y mejor rendimiento aumenta también los requerimientos del limpiado de aire. Las investigaciones demuestran que la eficiencia de los filtros de aire de tipo seco excede a los de tipo de baño de aceite . A causa de que un tractor opera la mayor parte del tiempo a menos de la carga total, la relativa eficiencia del filtrado a la mitad de carga es de importancia. A menor porcentaje de flujo de aire la eficiencia del filtro de tipo de baño de aceite tiende a disminuir, mientras que la del filtro de tipo seco se mantiene alta.

Este filtro se compone de una entrada de aire con un prefiltro igual al descrito en el filtro anterior y de un cuerpo de filtro, dentro del cual va el elemento filtrante.

Este cuerpo suele llevar su fondo en una pieza separada, que se denomina taza; está sujeta por una brida, o bien un dispositivo de goma, que puede accionarse fácilmente para la expulsión del polvo acumulado; al dispositivo se le suele denominar válvula de vaciado del polvo.

El elemento filtrante está constituido por un cartucho de papel microporoso, plegado en forma de acordeón y arrollado sobre un tubo central perforado, cubierto exteriormente por un tubo también perforado. En los dos extremos lleva una junta de cierre que impide el paso directo del aire sin filtrar. En algunos casos el elemento filtrante lleva en la parte por donde entra el aire un corona de aletas inclinadas para provocar a la corriente de aire un movimiento giratorio que, por fuerza centrífuga,

desprende las partículas más gruesas contra el cuerpo del filtro, evitando así que se ensucie prematuramente el elemento filtrante.

El aire, aspirado por los cilindros del motor, pasa por el prefiltro, donde deja las partículas más gruesas, y después es obligado a pasar por los microporos del elemento filtrante, donde queda el resto de la suciedad pasando perfectamente filtrado al motor.

2.3.4.3. TURBOALIMENTADOR

La potencia que desarrolla un motor depende de la cantidad de combustible que se quema en su interior, y para que este combustible se quemara bien, necesita una determinada cantidad de aire.

En los tractores actuales se tiende a montar motores de gran potencia y muy revolucionados, lo cual representa un aumento considerable del volumen de aire que ha de entrar en el interior del motor.

Pues bien, esto representa una gran dificultad para conseguir el llenado perfecto del cilindro, pues aunque el pistón succiona durante el tiempo de admisión, como su velocidad es grande y el volumen de aire también lo es, no se llena el cilindro completamente.

Por esto algunos motores de los tractores actuales vienen provistos de un dispositivo llamado turboalimentador (Manual Chilton de mantenimiento de motores Diesel).

2.4. IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Las causas principales de las fallas prematuras de la maquinaria agrícola es la mala costumbre de dejar las cosas para después, es necesario adquirir la buena costumbre de hacer un mantenimiento preventivo y realizarlo siempre al terminar la jornada de trabajo o temprano por la mañana antes de salir al campo.

El mantenimiento preventivo puede evitar lo siguiente:

1.- Reducir fallas.

Cuando el trabajo es mas pesado, el equipo necesita mas mantenimiento preventivo. No se podrá, porsupuesto evitar las posibilidades de fallas, pero se reducirán al mínimo.

2.- Ahorro en costos de operación.

El poco dinero que se invierte en el mantenimiento preventivo es recuperable a futuro. Un ejemplo de ello es el afinado de un motor, esto puede ahorrarnos hasta un 15 % de consumo de combustible y un aumento de potencia de hasta un 10 %. En un tractor de 74.5 KW, esto significa un ahorro de 15 a 19 lts de combustible al día más un bono de 7.5 kilovatios adicionales con los que se pueden trabajar. Estos ahorros pueden medirse en dinero efectivo el mantenimiento de los componentes ahorrará aún más en reparaciones durante la vida de servicio del equipo. Todas estas cosas significan utilidades.

3.- Mantener seguro el equipo.

Si la máquina no esta trabajando bien, se tiene la tendencia a arriesgarse para ahorrar el tiempo perdido debido al rendimiento pobre. Solo un mantenimiento preventivo evitara este problema.

2.4.1. INTERVALO DE SERVICIOS RECOMENDADOS.

La American society of Agriculture Engineers (ASAE) recomienda dar servicio a las maquinas en intervalos de horas regulares. Estos periodos son generalmente después de las 5, 10, 100, 250, 500, y 1000 horas de funcionamiento. Los intervalos de horas representan los días de funcionamiento, tal como se muestra a continuación :

5	horas	dos veces al día
10	horas	diariamente
50	horas	semanalmente
250	horas	mensualmente
500	horas	bimensualmente
1000	horas	temporada

Para dejar más claro este punto mencionaremos los intervalos de servicio recomendados por NEW HOLLAND para sus tractores de los modelos 5610S, 6610S, 7610S, y 8010S.

◇ Cada 10 horas o diariamente (lo que primero ocurra) efectuar los siguientes servicios:

1. Comprobación del nivel de aceite del motor.

2. Servicio del filtro de aire en seco.
3. Servicio al filtro de aire en baño de aceite.
4. Ajustar el nivel de aceite de dirección hidrostática.
5. Servicio al sistema de recuperación de refrigerante del motor.

◇ Cada 50 horas, efectuar los servicios anteriores, más los siguientes :

1. Cambiar el aceite del filtro de aire.
2. Comprobar el recorrido libre del embrague. Debe ser de 28 a 41 mm en el pedal.
3. Vaciado del filtro de combustible y separador de sedimentos.
4. Comprobar y ajustar el estado de las ruedas y neumáticos.
5. Comprobar el nivel de aceite de transmisión / hidráulico / eje de trasero.
6. Comprobar el nivel de aceite del mando de doble tracción.
7. Rellenar todos los engrasadores
8. Revisar el nivel de electrolito de la batería.

◇ Cada 300 horas, efectuar los servicios anteriores, más los siguientes :

1. Comprobar el nivel de electrolito de la batería.
2. Cambiar el aceite y filtro del motor.
3. Cambiar el filtro de aceite hidráulico.
4. Comprobar el nivel de líquido de frenos y ajustar.
5. Ajustar los tornillos del bastidor de seguridad.
6. Ajustar la correa del ventilador y alternador.
7. Lavar el elemento exterior del filtro de aire seco, (si esta montado).

◇ Cada 600 horas efectuar los servicios anteriores, más lo siguientes :

1. Cambiar el elemento exterior del filtro de aire en seco , (si esta montado).
2. Limpiar y engrasar el piñon del motor de arranque.
3. Cambiar el aceite y filtro de dirección hidrostática.
4. Ajustar el nivel de aceite de la caja de dirección.
5. Limpiar y engrasar el rodamiento de ruedas delanteras.
6. Cambiar el aceite del filtro de aire en baño de aceite.
7. Comprobar y ajustar el juego de balancines de válvulas.
8. Cambiar el filtro de respiro de tapa de balancines.
9. Limpiar y cambiar el filtro de combustible / separador de sedimentos.

◇ Servicio a las 1200 horas ó 12 meses (lo que ocurra primero) efectuar los servicios anteriores, más los siguientes :

1. Limpiar y ajustar los inyectores de combustible
2. Cambiar el aceite de transmisión / eje trasero.
3. Cambiar el aceite del mando de doble tracción.
4. Cambiar el cartucho interior de filtro de aire en seco.
5. Cambiar el refrigerante del motor.

2.4.2.MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE.

La característica esencial de los motores Diesel es la forma en que el combustible es introducido en el interior de los cilindros para que se queme.

El recorrido que hace el combustible a lo largo de todo el sistema de alimentación es el siguiente :

- Depósito: Almacén de combustible para una jornada de trabajo.
- Bomba de alimentación : Toma el diesel del deposito y lo envía a la bomba inyectora pasando por el filtro.
- Filtro: Realiza la limpieza del combustible.
- Bomba de inyección : En ella se dosifica y se da presión al diesel, enviándolo a cada uno de los inyectores
- Inyector : Pieza que introduce y pulveriza el diesel en los cilindros.

Retorno : Conducto que recoge las fugas de diesel de los inyectores y lo retorna al deposito (Atares , 1991).

2.4.2.1. CUIDADOS DEL DEPÓSITO.

Llenado del deposito : Por lo regular los tractoristas tienen la mala costumbre de llenar el deposito de combustible por las mañanas. Esto tiene dos inconvenientes.

El primero, es que cuando se llega por la noche el depósito va a atraer muy poco combustible, y el resto del espacio va a estar ocupado por aire que ha ido entrando de fuera, y que a su vez se mezclará con vapor de agua, al irse enfriando este vapor de agua se condensará en gotas de vapor, y estas pequeñas gotas de vapor se mezclarán al día siguiente con el combustible que se incorpore por las mañanas.

El segundo inconveniente es que al hacer el llenado por la mañana, todos los sedimentos que pueda tener el depósito se remueven, y al poner el motor en marcha

pasarán parte de ellos a los filtros, ensuciándolos. Lo más aconsejable es llenarlo al llegar del trabajo.

La limpieza del depósito es de suma importancia debido a que el tubo de salida del combustible está situado a una cierta altura del fondo del depósito más baja que dicha salida, se van depositando partículas de suciedad y agua de condensación, las cuales es necesario eliminar, para evitar que pasen al sistema de alimentación , (Turnquist, 1991).

2.4.2.2. CUIDADOS DE LOS FILTROS DE COMBUSTIBLE.

Cuando el filtro de combustible se ensucia excesivamente, puede ocurrir que llegue un momento en que no permita pasar diesel, con lo cual el tractor empezara a fallar y se parará. Pero puede ocurrir también un accidente muy perjudicial, y es que al ensuciarse y taparse los microporos filtrantes, si la bomba sigue mandando diesel con presión, se rompa el papel cartucho pasando el combustible sin filtrar; y desgraciadamente el perjuicio no se suele notar hasta que el daño causado es irremediable.

Por tal razón es indispensable cambiar el cartucho filtrante cuando lo indique el fabricante en el manual de servicio del tractor, o bien cada que la lógica del tractorista lo indique según el estado de suciedad del filtro.

En el caso de ser filtros en serie, el cartucho del primer filtro debe cambiarse con mucha mayor frecuencia que el segundo, ya que es el que retiene mayor cantidad de impurezas, cambiándose el segundo filtro, como norma general, una vez cada dos del primero (Miquelay, 1984).

2.4.3.MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN.

Gilardi (1985), indica que el mantenimiento de los sistemas de lubricación comprende :

1. Revisión del nivel de aceite en el cárter;
2. cambios de aceite y de los elementos del filtro;
3. limpieza del respiradero del cárter;
4. comprobación del funcionamiento del indicador de la presión
5. comprobación del funcionamiento de la válvula de seguridad del filtro;
6. buen uso de los aditivos;
7. ajuste de los tapones y buen cierre de los empaques (del filtro del cárter, de la tapa , etc.) ;
8. uso del grado de aceite sugun las especificaciones;
9. reajuste del resorte de la bomba o su cambio por otro nuevo.

2.4.4.MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO.

Nichols (1993), nos indica que para un buen mantenimiento del sistema de enfriamiento se requiere:

- 1.- La limpieza externa de la parrilla del radiador.
- 2.- La limpieza interna del radiador. Se recomienda hacer un lavado con un producto desincrustante y una vez cambiada el agua debe agregarse un producto antioxidante.
- 3.- Utilizar siempre agua limpia para llenar o rellenar el radiador.
- 4.- No utilizar tapas de radiador que no correspondan a la presión estipulada.
- 5.- Buen estado de las mangueras. La manguera exterior debe ser resistente ya que si pierde esta característica, el vacío producido por la bomba hará que esta se estrangule, cortando el flujo del agua hacia la bomba. En estas condiciones aumentará la presión fuertemente entre la salida de la bomba y la parte estrangulada (en el sentido normal de circulación), el agua se evaporará rápidamente recalentando el motor.
- 6.- Buen estado del termostato. Para probarlo, hay que extraerlo e introducirlo en agua caliente. Si se encuentra en buen estado, dilatará abriendo la válvula respectiva, al enfriarse, dicha válvula debe cerrar nuevamente. Esta prueba puede completarse con un termómetro.
- 7.- Buen estado de la banda del ventilador.
- 8.- Utilizar soluciones anticongelantes cuando se trabaja en condiciones por de bajo de 0°C.

2.4.5. MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL SISTEMA DE ADMISIÓN Y ESCAPE.

2.4.5.1. MANTENIMIENTO DE LOS FILTROS DE AIRE EN SECO.

Los cuidados fundamentales a tener en cuenta con este filtro de aire en seco son:

1. El prefiltro suele llevar una marca, que cuando es alcanzada por el polvo depositado se desmonta vacía, y al mismo tiempo se debe pasar un trapo en seco para limpiar las aletas deflectoras.
2. El indicador de estado del filtro nos dice cuándo el elemento filtrante está cegado de polvo. Cuando esto sucede, se debe desmontar el filtro y sacudirlo contra una superficie blanda, pero nunca contra una superficie dura, pues puede romper el soporte del papel y además rasgarse el propio papel. A la vez que se sacude hay que darle vueltas, para que caiga todo el polvo acumulado.
3. Una vez limpio el elemento filtrante, y antes de montarlo, es necesario inspeccionarlo detenidamente para ver si hay roturas, grietas o perforaciones. En cualquiera de estos casos debe desecharse y poner un elemento nuevo. Para facilitar esta inspección se introduce una bombilla encendida por el interior del filtro, observándola desde el exterior para descubrir cualquier defecto que pueda tener.
4. Cuando el filtro vaya dotado de válvula de vaciado de polvo, todos los días, antes de poner en marcha el motor, se debe accionar tal válvula para expulsar el polvo acumulado en el cuerpo del filtro, (Stone , 1976).

2.4.5.2. MANTENIMIENTO DE LOS FILTROS DE AIRE EN BAÑO DE ACEITE.

Los cuidados fundamentales a tener en cuenta con este filtro de aire son :

1. Limpiar el vaso decantador de polvo del prefiltro cuando se vea que hay polvo acumulado, pues puede llegar a llenarse de polvo y anularse así la misión del prefiltro.

2. El aceite debe ir siempre a su debido nivel, que va marcado en el interior de la taza y que suele estar muy próximo a la salida del tubo de descenso del aire. Si este nivel fuese bajo, habría muchas partículas de polvo que lograrían pasar sin chocar con el aceite. Si el nivel es alto, el pistón tendrá que aspirar con más fuerza, para vencer la resistencia del aceite a la salida del tubo, corriendo además, el peligro de que partículas de aceite y polvo pasen al cilindro, arrastrados por la corriente de aire.
3. El aceite del filtro debe estar siempre limpio, para que pueda recoger el polvo que trae el aire en suspensión. Por eso, este aceite debe cambiarse cada diez horas de trabajo, cuando se trabaje en terrenos secos y con gran desprendimiento de polvo. Cuando el trabajo se realice en terrenos que no desprendan gran cantidad de polvo no es necesario cambiar el aceite con tanta frecuencia.
4. Las uniones entre el filtro y el colector de admisión deben cerrar herméticamente, pues de lo contrario, el aire que se colase por las holguras encontrarían un camino directo a los cilindros, sin pasar por la unidad filtrante.
5. Al menos dos veces al año debe desmontarse el conjunto del filtro para realizar la limpieza de la malla metálica y del conducto de descenso del aire.

3. PROCEDIMIENTOS PARA LA REPARACION DE UN MOTOR DIESEL

3.1. REPARACIÓN MAYOR DE UN MOTOR DIESEL.

Una reparación general mayor implica un procedimiento completo, esto incluye la remoción del motor de su equipo, limpieza, desarmado completo del motor y sus componentes, inspección minuciosa de todas las partes mayores que incluyan el probable remaquinado.

El procedimiento de desarmado varía ligeramente en ciertas marcas y aplicaciones de motor. Sin considerar la marca y modelo del motor que se va a desarmar, siempre hay que enfocar cuidadosamente el procedimiento de desarmado, teniendo en mente que se pueden volver a usar todas o muchas de las partes quitadas.

Para desarmar el motor, se requiere un procedimiento sistemático. Primero para desmontar los componentes externos y luego, los internos.

Al desarmar un motor hay que tomar en cuenta ciertos aspectos y conceptos generales que requieren un método lógico para desarmar un motor :

a) OBSERVACIÓN. Observe con cuidado la posición de los accesorios del motor. si van a surgir dudas al armar, hay que marcar con cuidado el componente y su punto de montaje en el motor para volver a instalarlo en la forma correcta.

b) MARCAS DE DESGASTE O TESTIGO. Hay que buscar las marcas de desgaste, que se producen entre las piezas o como impresiones en las juntas o sellos.

c) EXAMEN VISUAL. Hay que examinar las piezas conforme se desarma. Examinar las superficies de montaje, bridas, etc. La observación cuidadosa no solo sirve para identificar la pieza y su colocación, sino también sus características de construcción, desgaste o daño.

d) IDENTIFICACIÓN. Hay que crearse la costumbre de identificar o marcar las características de la pieza o componentes al desmontar o desarmar. Esto sirve como conocimiento adicional o para reforzar lo que ya se sabe.

Hay que fijarse en las características de diseño y construcción de los componentes: porque están diseñados así, funciones que desempeñan, ajustes necesarios y precauciones especiales que se deben tomar.

e) PROCEDIMIENTO. El procedimiento para desarmar y volver a armar es sistemático y no solo se trata de quitar piezas. Para desarmar se requiere observación, identificación y un orden lógico.

f) ALMACENAMIENTO DE PIEZAS. Cuando sea necesario, hay que poner etiquetas o marcar las piezas y guardarlas en charolas. Los tornillos, turcas y conexiones pequeñas correlativos se ponen juntas pero en recipientes separados. Con esto, quedan separados, se tiene la seguridad de instalarlos en su lugar original y se ahorra tiempo al armar.

También se debe tener en cuenta lo siguiente :

1. Hay que poner tapones o cinta adhesiva en los extremos de los tubos y en todos los agujeros.
2. Vuélvase a colocar las tuercas con unas cuantas vueltas en sus tornillos o vuélvase a poner los tornillos en sus agujeros después de desarmar un componente.
3. Márquese las conexiones y bridas, si es necesario para identificarlas.
4. Téngase cuidado con los tornillos y turcas en los múltiples y bridas de escape, pueden estar pegados y se necesitara un liquido aflojador para poder sacarlo.

5. Aflojese los tornillos y turcas en el orden especificado en componentes tales como culatas de cilindros, múltiples, cubiertas del volante, etc.
6. Manténgase limpias las piezas internas: téngase cuidado de que no entre mugre al motor.
7. Límpiase con cuidado las superficies correlativas para eliminar los residuos de juntas y examínese si tiene daños.
8. No se aplique fuerza innecesaria. En algunas piezas se requiere extractores para sacarlas: en otras hay que dar unos golpecitos con un martillo de cara blanda, siempre con cuidados de no dañarlas.

3.2. PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA DEL MOTOR.

Todos los estados y provincias tienen actualmente aplicados reglamentos para el desecho de elementos químicos peligrosos. El técnico diesel responsable debe estar familiarizado con las leyes locales relacionadas con el uso y desecho de cualquier agente limpiador que se use comúnmente en el mantenimiento del equipo impulsado por diesel, sin considerar la aplicación. No obedecer estos reglamentos puede dar por resultado serios daños ambientales, así como poner en peligro al usuario.

La limpieza adecuada de los conjuntos y las partes individuales es esencial al dar servicio y reconstruir motores y componentes de mando de accesorios, tales como el cambio manual de velocidades, transmisiones automáticas, etc.

Cuando se hace necesario llevar a cabo una reparación menor o general de un motor o de un componente de mando mayor, el objetivo principal al quitar y desarmar cualquier componente es volver a poner o reparar partes dañadas y gastadas. Por tanto, todas las partes deben limpiarse minuciosamente antes de inspeccionarlas, para determinar si son apropiadas para volverse a usar. Cualquier barniz, lodo, suciedad o materias extrañas deben eliminarse de las partes usuables antes de volver a armar el componente.

Algunos álcalis, detergentes y solventes pueden irritar la piel o ser perjudiciales a los ojos. La ventilación adecuada es una obligación al trabajar con productos químicos de limpieza.

Para trabajar con sustancias potencialmente perjudiciales, es necesario leer y atender las precauciones y advertencias de las etiquetas de los productos. Siempre hay que usar equipo de seguridad como anteojos protectores, máscaras protectoras, guantes etc. Debe extremarse el cuidado al rociar, para prevenir lesiones al personal y evitar accidentes.

Brady (1997) nos menciona algunos metodos de limpieza :

3.2.1. LIMPIEZA CON VAPOR

La limpieza con vapor solamente debe hacerse para quitar grandes depósitos de suciedad y grasa de las superficies exteriores del bloque del motor y los componentes de mando de mayores. Primeramente debe raspase los depositos grandes de grasa y

luego eliminarlos con cepillo. Los componentes interiores del motor no deben limpiarse con vapor, porque el proceso puede remover la capa protectora de aceite y hacer que queden manchas de agua y óxido. Durante la reparación general dentro del marco, si no hay otro agente limpiador disponible, la limpieza con vapor debe hacerse con mucha precaución y después enjuagar minuciosamente todas las partes, eliminar sopleteando con aire comprimido y rápidamente volver a lubricar para evitar la oxidación.

3.2.2. ROCIADO CON ACEITE PRESURIZADO.

Se pueden usar solventes minerales a base de petróleo o aceites combustibles a presión para limpiar barníz, lodo o suciedad de los pasajes interiores del bloque de cilindros y superficies de las cubiertas de partes componentes. Los agujeros de drenado y otras aberturas por las que se pueden enjuagar con dichos solventes deben ser los adecuados para poder eliminar la suciedad y pasar los aceites. Todos los aceites para enjuagar deben drenarse completamente de los componentes para evitar la contaminación con los aceites que se agregan a los componentes durante el rearmado.

3.2.3. SOLVENTES CALENTADOS

Muchas partes menores y otros componentes de conjuntos de mando se pueden limpiar minuciosamente y con seguridad, por enjuague, inmersión o agitandolos en solventes de petróleo calentado. Sin embargo, los aceites y solventes que se usen con este proposito deben poder calentarse a la temperatura adecuada sin producir peligros a la seguridad o a la salud, por emanaciones volátiles o perjudiciales. La nafta, la

gasolina blanca, el removedor de barníz y solventes similares obviamente no deben calentarse por ninguna circunstancia.

Las partes pequeñas como rodamientos y engrases se pueden suspender de un alambre de metal, o colocarse en canastas de alambre y sumergirse en el tanque de solvente calentado para eliminar la grasa, el barníz o el lodo. La agitación mecánica de los solventes o partes aumentara la efectividad de los solventes de limpieza.

Después de limpiar todas las partes, deben protegerse las superficies maquinadas y pulidas de los componentes, diámetros interiores, cubiertas y las partes interiores, para evitar óxido y corrosión, cubriéndolas con aceite o grasa ligera. Las partes pequeñas se pueden cubrir con grasa o aceite y envolverse en capas de polietileno o papel a prueba de aceite.

3.3. DESMONTAJE DE PIEZAS EXTERNAS.

May (1988) menciona que hay muchos componentes instalados en el lado derecho del motor, pero hay menos en el lado izquierdo. Hay que estudiar estas figuras para reconocer los componentes. En un motor, la identificación de los componentes puede ser antes de desarmar especialmente si no se conoce bien el motor.

Algunos de los componentes en el lado derecho del motor, del frente hacia atrás son :

El ventilador y sus correas, bomba y depósito de la dirección hidráulica, compresor de aire, filtro de aceite, filtro de combustible, filtro de aire y diversos tubos y mangueras para aceite y combustible.

En el lado izquierdo del motor los componentes principales son motor de arranque, alternador, múltiple de escape, tubos para líquido enfriador, respiradero de la caja del cigüeñal.

Una vez identificados los componentes, se debe estudiar el orden en que se van a desmontar. A continuación aparece el orden sugerido para este motor. Aunque no es el único orden, se tiene en cuenta el hecho de que en algunos casos, es más fácil desmontar unas piezas que otras y, también, hay que desmontar algún componente para tener acceso a otros. Se describe el orden para cada lado del motor y, en la práctica, se pueden combinar si se encuentra que es más conveniente.

Con referencia primero al lado derecho del motor el orden sugerido para desmontar los componentes externos es el siguiente (observar figura 3.1) :

1. Ventilador. Para quitar las bandas, hay que liberar el tensor de ajuste del alternador.
2. Bomba y depósito de aceite de la dirección hidráulica.
3. Filtro de aire.
4. Mangueras de admisión de aire.
5. Soporte del cuerpo del filtro de aire.
6. Tubo de retorno de inyectores.
7. Tubos de inyectores. Los que conectan a la bomba de inyección con los inyectores.

8. Línea de combustible. Para el suministro de combustible desde el tanque al filtro.
9. Filtro de combustible. Primero hay que desconectar la línea que conecta el filtro con la bomba de combustible.
10. Tubo para aire . Montado en la parte superior del compresor para conducir el aire comprimido a los tanques de aire.
11. Tubo para líquido enfriador.
12. Tubo de retorno o drenaje de aceite.
13. Tubo para aceite. Lo conduce desde el sistema de lubricación hasta la bomba de inyección para proporcionar lubricación forzada.
14. Bomba de inyección. Se desmonta como conjunto con el mecanismo de avance automático. Antes de desmontarla, hay que localizar las marcas de sincronización, porque se necesitaran al instalar la bomba. La bomba está sujeta con tornillos en un soporte montado en el motor. La brida del eje propulsor también está sujeta con tornillos en el mecanismo de avance. Es muy importante poner tapones o cinta adhesiva en todas las aberturas de la bomba para evitar la entrada de cuerpos extraños.
15. Tubo para aceite . Conecta la salida del filtro con el enfriador de aceite.
16. Tubo para aceite . Conduce el aceite desde el enfriador hasta la galería principal para aceite en el motor.
17. Filtro de aceite y tubo de entrada.
18. Conexión del tubo para aceite en la caja del cigüeñal.
19. Compresor de aire.
20. Tapa de admisión.

Es mas fácil determinar el orden para desarmar en el lado izquierdo del motor porque hay pocas obstrucciones y los componentes se pueden desmontar independientes uno del otro (observar figura 3.2) :

1. Tubo de aire al cilindro del freno en el escape.
2. Tapa de balancines.
3. Cilindros de aire para el freno en el escape.
4. Múltiple de escape.
5. Varilla del freno en el escape.
6. Tubo para líquido enfriador.
7. Respiradero del motor.
8. Banda del ventilador.
9. Alternador.
10. Soporte para filtros de aceite de flujo parcial.
11. Tapa de la cámara de seguidores de leva (levantadores).
12. Motor de arranque.
13. Tubo para aceite a la culata de cilindros.

3.4. DESMONTAJE DEL MOTOR CON GRÚA O ESLINGA .

Cuando se hace necesario quitar un motor de una parte de equipo, ya sea de un camión o tractor, existen diversos aparatos que se pueden utilizar para el desmonte del motor, dependiendo hasta cierto punto de la aplicación del motor y del acceso al mismo motor. Muchos talleres de servicio están equipados con grúas elevadas que corren a lo largo, hacia arriba y hacia abajo, y atraviesan el taller. Esto es ideal en un taller grande que de servicio a equipo movible como autobuses, camiones, equipo

que opera fuera de la carretera, tales como camiones madereros, camiones mineros, tractores y camiones de volteo.

Al tratar con motores diesel de alta velocidad y trabajo pesado, se debe poder disponer de una variedad de grúas especializadas, rotores de carga y eslingas para facilitar el proceso de asegurar el motor antes de quitarlo de su aplicación.

Muchos motores salen de la fábrica con una cantidad de argollas integradas en el motor para izarlo y facilitar la instalación y remoción de la aplicación correspondiente. Siempre hay que usar los puntos de izamiento cuando se disponga de ellos.

Observar apéndice 1 (figuras 3.3, 3.4 y 3.5)

3.5. PARA DESARMAR EL MOTOR

Thiessen, et al (1990) menciona que siempre que se desarme un motor o un componente, aunque se vayan a desechar las piezas, hay que acostumbrarse a buscar la causa del daño o el desgaste. Todas las piezas de un motor sufren cierto grado de desgaste o degradación, que dependen directamente de lo que ocurra durante la vida útil del motor. El sobrecalentamiento, las sobrecargas, la mugre, el descuido, el abuso dejan señales que se deben utilizar para determinar por qué ocurrieron la falla o la condición y para evaluar el tipo de reparación que se necesita.

A continuación se describen algunas de las verificaciones a efectuar y precauciones que se deben tomar.

En la figura 3.6 se ilustra un motor con los componentes principales desmontados. Se verá que han desmontado las siguientes partes: la culata de la parte superior del bloque, el mecanismo de válvulas de la culata. Además, la polea y el amortiguador de vibración en el frente del cigüeña, la tapa de la caja de engranes de sincronización, el depósito de aceite de la parte inferior del bloque y el volante en la parte del cigüeñal.

En la figura 3.6 los números indican el orden para desmontar estas piezas aunque hay métodos alternos, en los siguientes párrafos se seguirá ese orden y se incluirán en el texto los números de referencia de las piezas relativas.

ACEITE Y LÍQUIDO ENFRIADOR. Si el motor todavía está instalado en el vehículo, el primer paso es vaciar (drenar) el líquido enfriador del radiador, el enfriador de aceite y el bloque de cilindros. Hay que observar si está limpio o si tiene señales de herrumbre o tiene cualquier cantidad de aceite de motor.

El aceite que ha salido del depósito se debe examinar para ver si tiene impurezas, tales como partículas metálicas o carbón y si se ha formado lodo por contaminación por el líquido enfriador. En el fondo del depósito puede haber lodo y depósitos que señalarán las condiciones generales del motor. También hay que examinar el filtro de aceite; si contiene impurezas hay que tratar de determinar la razón.

TAPA DE BALANCINES. Hay una tapa atornillada en cada culata de cilindros, Hay que desmontarlas para tener acceso al mecanismo de válvulas y balancines.

TUBO DE RETORNO DE INYECTORES 1) Se utilizan dos tubos, uno en cada culata de cilindros (cuando son dos). Los extremos de los tubos están conectados en la parte superior de los inyectores y sirven para retornar al tanque la pequeña cantidad de combustible en exceso en los inyectores.

BALANCINES Y EJE DE BALANCINES 2) Los soportes para los balancines y para su eje están atornillados en la parte superior de la culata. Debido a que unas válvulas estarán abiertas y sus resortes empujarán contra los balancines, hay que aflojar los tornillos en forma gradual. En los ejes largos hay que aflojar los tornillos de ajuste de balancines para eliminar la carga de los resortes; esto evitará que se deforme el eje.

Se deben examinar los extremos de los balancines que actúan sobre la cruceta de válvulas o en la punta de vástago de válvula , para ver si tiene desgaste.

CRUCETA (PUENTE) DE VÁLVULA 3) El motor ilustrado tiene cuatro válvulas por cilindro y se utiliza la cruceta de modo de accionar dos válvulas con un solo balancín. Se ilustran dos crucetas y cuatro conjuntos de válvulas y resorte; son para un cilindro y en este momento solo se pueden desmontar las crucetas. Una vez desmontados el eje y los balancines, se pueden sacar las crucetas de sus guías.

VARILLAS DE EMPUJE 4) Se instalan en agujeros en la culata de cilindros y apoyan en los seguidores o levantadores y se pueden sacar sin desarmar otras piezas. Hay que examinar si están rectas y si tienen desgaste en cada extremo. Para ello, se coloca la varilla a través de una esquina de una placa de superficie plana o una hoja

de vidrio plano con las puntas salientes y se le hace rodar con lentitud o se mide con un calibrador de hojas entre la varilla y el vidrio.

INYECTORES 5) Los inyectores se destornillan de la culata para sacarlos. Se puede utilizar una herramienta para hacer palanca con todo cuidado contra los inyectores y la culata a fin de sacarlos. La limpieza y prueba de los inyectores se describen más adelante.

CULATA DE CILINDROS 6) La culata se monta en el bloque de cilindros con tornillos, hay que aflojarlos en el orden inverso al especificado para apretarlos, como se ilustra en la figura 3.7. Como regla general para aflojar, hay que hacerlo en una espiral que empieza por un extremo, se va hacia el extremo opuesto y se avanza en forma progresiva hacia el centro.

Una vez desmontada la culata, examínense todas las superficies para ver si hay señales de combadura. Si las superficies de la de la culata y del bloque están planas, el contorno de la Junta estará bien marcado en las superficies metálicas. Por el contrario, Si hay señales de carbón en la junta en las inmediaciones de las cámaras de combustión o huellas o corrosión desde las aberturas hasta la camisa de agua, significa que han habido combadura o pérdida de planicidad ya sea en la superficie de la culata o la del bloque o que hay algún problema con la prominencia o con los sellos de las camisas.

Búsqese si hay agujeros para tornillos que estén alargados, rebabas o daños en la superficie de la culata y del bloque, que pueden ocasionar las irregularidades. Si la culata esta combada, hay que buscar la razón.

JUNTA DE LA CULATA DE CILINDROS 7) Una vez desmontada la culata, se puede examinar la junta como se explica antes.

BOMBA DE AGUA 8) Desmontándose la bomba de la parte delantera de la culata.

Examínese la zona de sello para ver si hay señales de fugas; hágase girar la polea con la mano para sentir si hay aspereza en los cojines.

POLEA DEL CIGÜEÑAL 9) La polea está instalada en el frene del cigüeñal y, por lo general, se fija con una cuña (chaveta). Para su fijación generalmente tiene una tuerca o tornillo centrales; algunos motores tienen un ajuste de interferencia en el cigüeñal para fijar la polea; en tal caso, se necesitará un extractor para sacarla.

TAPA DE ENGRANES DE SINCRONIZACIÓN 10) Está sujeta con tornillos a la caja de engranes. Se sacan los tornillos y se quita la tapa para tener acceso a los engranes. En este momento, los engranes no se habrán movido y se pueden localizar las marcas de sincronización (tiempo).

VOLANTE 11) Si no se desmonto el embrague, hay que hacerlo para tener acceso a una brida en la parte trasera del cigüeñal con seis, ocho o más tornillos. Suele tener dos o más espigas de guía. Puede ser necesario darle unos golpecitos al volante para aflojarlo de la brida. Hay que examinar la cara del volante contra la cual trabaja el disco del embrague para ver si tiene excoriaciones y desgaste; también hay que revisar si la rueda de cremallera tiene dientes dañados o gastados y determinar si hay que reemplazarlos.

DEPÓSITO DE ACEITE (cárter) 12) Sáquense los tornillos y quítese el depósito (cárter) de la parte inferior del bloque. Observándose si algunos de los tornillos están flojos, pues puede haber sido la causa de una fuga. Examínese si el interior del depósito tiene sedimentos o lodo y si el exterior está dañado.

ENFRIADOR DE ACEITE 13) El enfriador de aceite está montado en un lado del bloque de cilindros de modo que el líquido enfriador en las camisas de agua puede circular por su núcleo; para desmontarlo se sacan los tornillos. Hay que examinar si el núcleo tiene corrosión o posibles fugas. Téngase en cuenta que si el enfriador está dañado puede ser causa de fugas de aceite hacia el sistema de enfriamiento.

Una vez desmontados los componentes citados, se puede seguir desarmando el bloque de cilindros y sus componentes.

3.6. PARA DESARMAR EL BLOQUE DE CILINDROS.

Antes de empezar a desarmar, hay que verificar las condiciones de los cilindros. Pásese un dedo para determinar la cantidad de desgaste en la parte superior de la carrera de pistones. Examínese si hay condiciones visibles que podrán haber producido daños. Los cilindros se pueden medir con exactitud después de haber sacado los pistones o bien se puede medir en este momento el desgaste con un micrómetro, si se desea.

Si se van a utilizar otra vez los pistones, hay que cortar el escalón o borde del desgaste en la parte superior de los cilindros antes de sacar aquéllos pues de lo contrario se dañarán las bandas al empujarlos hacia afuera. Para esto, se utiliza una herramienta cortadora de bordes, cuidando de no remover demasiado metal y de no cortar en la parte en que se mueven los anillos. Después hay que limpiar con cuidado las virutas o rebabas del corte, (Brady, 1997).

El orden para desarmar el bloque es el siguiente :

BOMBA DE ACEITE 1) La bomba de aceite está sujeta con tornillos en la parte inferior del bloque, su engrane de impulsión se acopla al tren de engranes de sincronización. Los tubos de adición y descarga están conectados en la bomba.

PISTÓN Y BIELA 2) Este conjunto se saca por la parte superior del cilindro. hay que examinar si las bielas tienen número o marcas; si no las tienen hay que marcarlas para mantener juntas la biela y la tapa e instalar en su lugar original al armar, con las marcas hacia el lado especificado del motor. Los números deben mirar hacia un sentido determinado, por ejemplo hacia el lado del árbol de levas o hacia el lado opuesto. Afloje y quite los seguros en los tornillos de biela y quítense los tornillos y las tapas. Si las tapas están muy apretadas, hay que darles unos golpecitos con un martillo de cara blanda para poder quitarlos.

Examine si los pistones tienen marcas que señalan cuál es su frente. Sáquense los pistones y las bielas del bloque; por lo general se sacan sin dificultad por la parte superior de los cilindros.

PISTONES Y ANILLOS Examínense los pistones y anillos inmediatamente después de sacarlos del bloque. Primero véase si hay anillos dañados o rotos y si hay holgura lateral excesiva en la ranura para el anillo superior, luego, examínese si el patrón de desgaste en la falda indica desalineación u holgura excesiva .

Los pistones se deben instalar en su biela correspondiente y colocar en el bloque en la misma posición original, (Ellinger, et al , 1993).

CUBIERTA DEL VOLANTE 3) Hay que sacar el volante para tener acceso a los tornillos de la cubierta y así desmontarlo de su lugar.

SELLO TRASERO DE ACEITE DEL CIGÜEÑAL 4) El sello de aceite del tipo de pestaña se instala en un reten en el extremo del cigüeñal. El reten esta sujeto con tornillos a la parte trasera del bloque.

ANILLO DE DESGASTE. 5) Se utiliza un anillo (camisa) de desgaste en el extremo del cigüeñal.

La pestaña del sello hace contacto con el anillo, no con el cigüeñal. Por tanto, el desgaste que ocurra será entre el sello y el anillo y estos se pueden remplazar cuando sea necesario. El anillo de desgaste tiene ajuste de interferencia en el cigüeñal. Se puede sacar con un extractor cuando este gastado para remplazarlo.

CIGÜEÑAL 6) Antes de quitar las tapas de los cojinetes principales, se recomienda verificar lo siguiente a fin de determinar si se requiere alguna corrección adicional antes de armar: El juego longitudinal del cigüeñal con micrómetro de carátula (0.3 mm); el juego entre dientes de los engranes de sincronización con un micrómetro de carátula colocado contra un diente de engrane (0.2 mm); además, el juego frontal del engrane loco en el tren de engranes de sincronización (0.2 mm). Se hace notar que las especificaciones que se han dado son ejemplos solamente; se deben conseguir las del motor específico que se esta trabajando.

También hay que examinar las marcas de sincronización en algunos dientes de los engranes de sincronización. Hay que girar el cigüeñal para alinear las marcas.

Las tapas de los cojinetes principales se deben aflojar por orden, empezando en los extremos y hacia el centro, o sea en el orden inverso que al armar. Antes de quitar la tapa, hay que determinar si tiene marcas de identificación; sino las tiene hay que marcarlas. Las tapas suelen estar numeradas en el mismo orden que los muñones si se deben volver a instalar en su posición original al armar.

Después de sacar el cigüeñal del bloque, hay que instalar las tapas provisionalmente en su lugar, (May , 1988).

ENGRANE INTERMEDIO 7) Esta montado en una protuberancia y se sujeta con una brida de empuje y un tornillo central.

ÁRBOL DE LEVAS 8) Esta retenido en el bloque por su cojinete delantero, que también es el cojinete de empuje; es del tipo de manguito con una brida externa que se atornilla en la parte delantera del bloque. Los dos tornillos de sujeción de la brida del cojinete del bloque se alcanzan a través de dos agujeros en el engrane. Se sacan los tornillos para extraer el conjunto completo del engrane, el cojinete delantero y el árbol por el frente del motor. Los otros cojinetes del árbol de levas quedan en sus cavidades en el bloque, (May, 1988).

CAJA DE ENGRANES DE SINCRONIZACIÓN 9) Para desmontar la caja, se sacan los tornillos que la sujetan en el frente del bloque.

SEGUIDORES DE LEVAS 10) Los seguidores de levas o levantadores de válvulas se sacan de sus cavidades en el bloque.

COJINETES DEL ÁRBOL DE LEVAS 11) Ya se pueden sacar los cojinetes del árbol de levas de sus cavidades en el bloque. En este motor particular, los cojinetes están sujetos con un tornillo prisionero, que tiene una punta guía que penetra en un agujero en el cojinete. Estos tornillos se instalan desde el exterior del bloque hay que quitarlos para poder sacar los cojinetes. Se utilizan tornillos de diferentes tamaños, algunos sirven para retener tubos para aceite además de los cojinetes.

En otros motores, los cojinetes del árbol de levas se instalan a presión en sus cavidades en el bloque y se desmontan e instalan con una herramienta especial.

BOQUILLAS PARA ACEITE 12) Las boquillas o tubos para enfriamiento y lubricación de los pistones están atornilladas en el bloque. Envía el aceite hacia la cabeza en el interior del pistón y deben estar bien apuntadas. Hay que tener cuidado de no doblarlas y de que, al instalarlas, dirijan el chorro de aceite en el sentido correcto.

3.7 PROCEDIMIENTO PARA PREPARAR LA LISTA DE REPUESTOS.

El mejor procedimiento para hacer la lista de repuestos y asegurarse que se incluyan todas las piezas necesarias, es sin duda revisando el manual de reparaciones y el catalogo de partes; con ello se verifican las piezas parte por parte, y en cada pagina.

Si no se tiene el catálogo, pueden servir de guía las siguientes indicaciones :

1. Revise cuidadosamente todos los lados del bloque del motor, donde encontrará estampados los números de su identificación. Anote estas marcas en la hoja de su pedido.
2. Revise también el número de serie del tractor, éste puede estar localizado en la parte posterior del tractor o en el tablero de instrumentos.
3. También es importante indicar si se trata de un tractor de orugas, de cuatro ruedas, o bien de tipo triciclo.

3.7.1. LISTA DE REFACCIONES PARA LA REPARACIÓN DE UN MOTOR DE TRACTOR.

Se cotizó la reparación de un tractor Massey Ferguson modelo 285, de 78 HP con motor perkins de 4 cilindros, aspiración natural.

Este presupuesto se obtuvo en el taller y refaccionaría agrícola Desarrollo de equipo agropecuario, ubicado en Blvd. V. Carranza N° 4535 Nte. Fraccionamiento Virreyes Residencial

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	PRECIO TOTAL
1	PAQUETE BÁSICO DE REPARACIÓN CONSTA DE :		
4	PISTONES		
1	JUEGO DE ANILLOS / PISTÓN		
4	CAMISAS		
4	BUJES PARA BIELA		
1	RETEN DELANTERO DEL CIGÜEÑAL		
1	RETEN TRASERO DE CIGÜEÑAL		
1	JUEGO SUPERIOR DE EMPAQUES		
1	JUEGO INFERIOR DE EMPAQUES		
1	BALERO PILOTO CLOUTCH		
1	BALERO COLLARÍN DE CLOUTCH		2950
1	JUEGO DE METALES PARA BIELA STD.		110
1	JUEGO DE METALES PARA BANCADA STD.		300
2	GARRAFAS DE ACEITE SAE- 40	100	200
1	FILTRO ACEITE DE MOTOR		30
2	FILTROS DE COMBUSTIBLE	25	50
2	MEDIAS LUNAS DE CIGÜEÑAL SUPERIOR	50	100
2	MEDIAS LUNAS DE CIGÜEÑAL INFERIOR	55	110
4	VÁLVULAS DE ADMISIÓN STD.	60	240
4	VÁLVULAS DE ESCAPE STD.	60	240
1	BUJE DE ÁRBOL DE LEVAS		160

3	CANDADOS PARA VOLANTE	20	60
1	SEGURO DE ENGRANE LOCA		15
			1615

BALANCEADOR O
COMPENSADOR DE MOTOR :

1	FLECHA DE MANDO ASTRIADO		1700
1	FLECHA DE MANDO LISA		1400
1	ENGRANE DE MANDO ASTRIADO		220
1	ENGRANE DE MANDO LISO		250
1	EMBOLO DE LA BOMBA DE ACEITE DEL MOTOR		50
1	RESORTE DE LA BOMBA DE ACEITE DEL MOTOR		30
2	BALEROS GRANDES PARA FLECHA DE MANDO	150	300
2	BALEROS CHICOS PARA FLECHA DE MANDO	300	600

TRABAJO DE RECTIFICACIÓN DE :
CIGÜEÑAL
MONOBLOCK
CABEZA DE MOTOR

2600

	REVISIÓN DE LA BOMBA DE INYECCIÓN E INYECTORES		1800
	REPARACIÓN DE LA PRENSA (EMBRAGUE)		800
	SONDEO RADIADOR		800
	MANO DE OBRA		4000

TOTAL 18615

3.8. PROCEDIMIENTO PARA EL ARMADO DE PARTES INTERNAS.

3.8.1. INSTALACIÓN DE LOS BOTADORES.

Quite todo vestigio de grasa y suciedad a las cavidades de los botadores y en general a todo el interior del bloque; unte con aceite grado 30 cada botador introduzcamos a mano en sus respectivos sitio; sino pose clips especiales para mantenerlos en posición dealzada (para poder introducir el eje de levas) hágalo con el motor invertido (parte de arriba hacia abajo); en esta forma las piezas se acomodan por gravedad. Cuando use los mismos botadores marque los números de cada botador respecto a su cavidad para que los instale en ese mismo orden. Si son nuevos, todos son iguales y no hay ningún problema, (Gilardi, 1985).

3.8.2. INSTALACIÓN DEL EJE DE LEVAS.

Unte esta pieza con aceite y con un movimiento de rotación introdúzcala hasta el fondo; si se atracara en alguno momento, observe los botadores a esa altura y presionemos nuevamente para dar paso al eje. Instale el seguro anterior (generalmente son piezas semicirculares) y revise el juego longitudinal del eje de levas. Si la luz esta entre lo normal, el eje quedo bien instalado; si tiene mucho juego cambie las piezas semicirculares por otras, o instale suplex de lámina delgada de metal usando el mismo seguro.

3.8.3. INSTALACIÓN DE LOS METALES SUPERIORES DEL CIGÜEÑAL.

Siempre con el motor encendido limpie perfectamente estos apoyos; revise la pieza de los orificios de aceite; limpie los metales a utilizarse (si son nuevos, vienen protegidos de una cera especial) e instálelos uno por uno, teniendo en cuenta que los orificios de los metales entren en los orificios del bloque para garantizar el pasaje del aceite cuando se adaptan metales de otra marca, puede suceder que los orificios no centran; en ese caso perfore el metal en el sitio requerido. Instale también los separadores del juego longitudinal del cigüeñal, untelos con grasa en su parte interna para que se peguen al bloque y se mantengan en su sitio.

3.8.4. INSTALACIÓN DEL CIGÜEÑAL.

Unte con aceite el eje bien limpio, sobre todo en sus asientos de bancada, colóquelo en su sitio.

3.8.5. INSTALACIÓN DE LAS TAPAS DE LOS METALES DE BANCADA.

Coloque las tapas una por una (generalmente son de diferente ancho), observe sus marcas para que las coloque correctamente. Si usa los mismos metales que bienen insertos en ellas, estos deben numerarse al sacarlos, para volverlos a colocar en su respectivo sitio.

3.8.6. TORQUES RECOMENDADOS PARA EL AJUSTE DE LOS ASIENTOS DE BANCADA.

El promedio fluctúa entre 90 y 120 lbs/pie, depende del tipo de aliación usada en los pernos, potencia del motor, etc. Ajustado el cigüeñal, instale una llave ingles y hágalo girar; si encuentra mucha resistencia al giro o no gira, afloje el cojinete número 1 y pruebe nuevamente, si sigue igual ajústelo y haga lo mismo con el número 2, y con los que fueran necesarios hasta determinar cual de ellos es el que esta más ajustado, revise la luz nuevamente y trate otra vez.

3.8.7. INSTALACIÓN DE LOS RETENES DE ACEITE.

Algunos modelos tienen retenes cerrados, tanto en la parte delantera como posterior y se introducen a presión en su sitio. Otros tipos son de tejidos asbestados; estos deben ponerse a remojar en aceite un par de horas antes de armarlos. En todo caso unte la parte activa con aceite de motor. **NO USE NUNCA RETENES USADOS.**

Revise por ultima vez el juego longitudinal, e instale el eje de mando de la bomba de inyección cambiando reten de aceite.

3.8.8. INSTALACIÓN DEL SOPORTE ANTERIOR DE LA CAJA DE ENGRANAJES.

Pegue con laca, la empaquetadora respectiva contra el bloque; limpie bien el soporte, asegúrelo en su sitio por medio de los pernos respectivos. Observe que una o dos guías del bloque entren en los orificios de este soporte. Algunos modelos traen placas para doblar como seguro de los pernos, otros simplemente rondanas de presión y algunos pernos solos.

3.8.9. INSTALACIÓN Y SINCRONIZACIÓN DE LOS ENGRANAJES DE DISTRIBUCIÓN.

Instale el engranaje del eje cigüeñal; si ofrece mucha resistencia, probablemente es que la chaveta se encuentra dañada; con lima puede arreglarlo, el engranaje tiene una única posición respecto al eje y es garantizada por el sistema de acople que tenga (chaveta, plato con perno). Sino tiene la herramienta adecuada para introducirlo con un martillo de madera puede hacerlo, golpeando en forma opuesta al rededor del engranaje; gire este engranaje (que ya moverá al eje cigüeñal) hasta una posición tal que el punto o un marca de sincronización que de listo para enfrenar al engranaje vecino (intermediario o eje de levas). Luego instale el engranaje de distribución del eje de levas (o intermediario según el modelo) en tal forma que se enfrenten las marcas de ambos. Asegúrelos según sea el sistema (placa de doblar, perno y rondanas de presión).

Si se olvido poner las marcas antes del desarmado, siga este procedimiento:

Instale el cigüeñal, el eje de levas y si engranaje en cualquier posición; coloque la culata y el sistema de válvulas (regule la luz). Haga girar el cigüeñal hasta que la válvula de admisión comience a abrirse (puede poner el gauge de 0.001 pulgadas entre el balancín y la cola de la válvula); cuando el gauge se ajuste, la válvula comenzará a abrirse. Observe las marca de la volante si no aparecen, saque el eje de

levas y gírelo a otra posición, repita la operación hasta que aparezca en el volante los grados de adelanto de la abertura de la válvula de admisión que indica el manual (entre 0° y 10° para la mayoría). Es decir cada ajuste de gauge corresponderá a determinada posición del cigüeñal y cuando aparezca la marca de adelanto indicada, este quedara sincronizado. Marque los engranajes.

Si el motor es de varios cilindros, todo lo indicado se aplica al cilindro número uno quedando de hecho sincronizados los demás.

En igual forma, instale el engranaje de mando de la bomba de inyección, también tiene marca de sincronización. Algunas veces el eje de levas tiene en su parte delantera una pieza acampanada para la mejor distribución del aceite en la caja de los engranajes, si ese es su caso no olvide de ponerlo. También trae montado allí el regulador de velocidad si es de tipo centrífugo. Ahora mida la luz entre los dientes de dichos engranajes. Con un gauge, tome esta luz y vea si esta dentro de las especificaciones; más o menos debe de ser 0.001 a 0.007 pulgadas. De no estar en estos límites, tendrá que cambiar dichos engranajes. Lubrique los engranajes con aceite de motor, (Gilardi , 1985).

3.8.10. INSTALACIÓN DE LA TAPA DE LA CAJA DE LOS ENGRANES.

Una vez instalados y sincronizados todos los engranajes, y puesto el gobernador (si este es el caso), coloque la empaquetadora respectiva encima del soporte de la caja y utilice pegamento especial e instale la tapa con sus pernos respectivos a una tensión de 13 a 18 lbs-pie. En la mayoría de los modelos de esta tapa, viene el reten delantero del eje cigüeñal. Como ya se indicó antes, este debe cambiarse por uno nuevo y humedecerse con aceite antes de cerrar la caja en mención.

3.8.11. INSTALACIÓN DE LA POLEA Y DE LA NUEZ DE LA MANIZUELA.

Aunque se podría desarrollar estos puntos como partes externas, junto con la volante es mejor hacerlo para evitar pérdidas de piezas y entrada de polvo en esa parte. Instale la polea delantera, asegúrese que este bien puesta la chaveta del eje, instale la rondana de retención y la nuez para la manizuela con una tensión aproximada de 130-150 lbs-pie.

3.8.12. INSTALACIÓN DE LA BIELA EN EL PISTÓN.

Revise el estado general y el alineamiento de la biela, sumerja el pistón en agua caliente unos minutos para facilitar la introducción del bulón, lubrique el bulón e introdúzcalo en el orificio del pistón y de la biela después de revisar las marcas del pistón respecto a la biela ayudado por una prensa de mano. Luego instale los clips o seguros, los cuales es preferible que sean nuevos, e introdúzcalos en sus ranuras con la ayuda de una pinza alargada; constate que la articulación sea suave, (Thiessen,1990).

3.8.13 INSTALACIÓN DE LOS ANILLOS DEL PISTÓN.

Antes de instalarlo, introduzca los anillos en el cilindro y revise la luz que exista entre sus extremos; luego lea cuidadosamente las indicaciones escritas en los sobres de cada anillo (o en la caja), y tenga presente que un anillo instalado al revés puede ocasionar bombeo y quemado de aceite en las cámaras de combustion y que el anillo de compresión 1 ó “top ring” debe instalarse sólo en la ranura superior; de equivocarse en esto, cualquier otro anillo puesto en su lugar puede deteriorarse, desgastarse o romperse en menos tiempo, ya que el anillo superior es fabricado con aleaciones muy especiales para soportar altas temperaturas. Use el expansor de

anillos para instalarlos en sus ranuras; no trate de hacerlo a mano, porque pueden romperse (no se olvide que son de fierro fundido). Inicie a instalar los aceiteros y suba hasta el primero o superior. Revise la luz entre anillos y cara lateral de las ranuras, (Hughes, 1996).

3.8.14. ALINEACIÓN DE LAS ABERTURAS DE LOS ANILLOS.

Antes de introducir los pistones dentro de los cilindros, ponga las aberturas de los anillos verticalmente, no los alinee (90° de diferencia entre ellos es una buena medida) En esta forma se evitará pasaje de gases y pérdida de compresión.

3.8.15. INSTALACIÓN DE LOS PISTONES DENTRO DE LOS CILINDROS.

Unte las superficie externa de los pistones y anillos con aceite, lo mismo que los cilindros, fije la posición del pistón respecto al “bloque”; algunos pistones traen marcas coloreadas o flechas, para determinar su posición. Si va utilizar los mismos, recuerde que en el desarmado debió marcarlos para ponerlos exactamente en su posición original. Acomode el eje cigüeñal en tal forma que el codo que reciba a la biela se encuentre en su punto más bajo y lubríquelo; con un compresor de anillos introduzca el pistón presionando con el mango de un martillo (puede darle golpecitos suaves con el puño hasta su total introducción).

De atrancarse, observe si algún anillo se escapó por debajo del compresor, ajústelo nuevamente si esto ocurrió. Con la otra mano acomode el cojinete de biela en el codo del cigüeñal, luego instale la tapa respectiva con su metal y tenga cuidado de enfrentar las marcas de las bielas. Ajuste al troqué recomendando; puede hacerlo a 60 - 70 lbs/pie. Use tuercas nuevas, continúe en igual forma con los otros pistones, anillos y bielas. Con la llave inglesa, gire el cigüeñal, en su sentido normal (hacia la

derecha), si se obstruye, podría estarse atracando en algún cojinete de biela. Haga igual revisión a la que se explicó en el ajuste de los soportes del cigüeñal; puede usar “plastigage” si lo cree conveniente, (Brady, 1997).

3.8.16. INSTALACIÓN DE LA BOMBA DE ACEITE.

Antes de su instalación realice las revisiones siguientes.

1. Limpieza general de todas sus partes, incluye el colador, el tubo.
2. Estado general: libre de rajaduras, dobladuras.
3. La tensión del reporte de la válvula de alivio.
4. Engranajes de mando: sin dientes picados, ni rotos o desgastados.
5. Luz entre las caras superiores de los engranajes y la tapa (si es tipo engranajes), y entre el rotor o dado y la tapa, si es de este tipo de bombas .

3.8.17. REVISIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA BOMBA DE ACEITE.

Antes de instalar la bomba en el “bloque”, debe prepararse una mezcla de queroseno y aceite grado 30 (proporción 3 a 1) y mientras gira el eje a una velocidad de 60 r.p.m., la bomba debe botar un buen chorro de esta mezcla.

3.8.18. INSTALACIÓN DE LA BOMBA.

Aceite todas sus partes; arme la bomba; acople el tubo y el colador e introdúzcalos en su sitio en el “bloque”; ajuste los pernos al torque recomendado, puede ser entre 20 y 30 lbs-pie.

3.8.19. INSTALACIÓN DEL “CÁRTER”.

Siga los siguientes pasos:

1. Asegúrese de haber quitado todo vestigio de empaquetadura y goma.
2. Unte el borde del cárter con goma especial y pegue la empaquetadura en su sitio.
3. Unte con goma también el borde del “bloque”,
4. Después de unos minutos, junte el “cárter” al “bloque” y ajuste los pernos a un torque entre 20 y 30 lbs-pie.
5. Instale la varilla medidora de nivel de aceite.
6. Ajuste el tapón inferior del drenaje del aceite con empaquetadura nueva.

3.8.20. INSTALACIÓN DE LA CULATA.

Limpie bien la superficie superior del “bloque”, vea si su motor tiene en esta parte sellos de jebe, para formar pasajes de aceite para la culata y el mecanismo de los balancines de las válvulas; de ser así, ponga un sello nuevo, nunca utilice el mismo. Ponga los pernos prisioneros y observe que no queden algunos torcidos e instale la empaquetadura de la culata. No se recomienda usar pegamento cuando la empaquetadura es nueva. Coloque la culata y ajuste los pernos desde el centro hacia los extremos.

Ajuste los pernos con el torquímetro poco a poco y en varias pasadas hasta llegar al máximo indicado, que podría estar comprendido entre 80 y 120 lbs-pie para

la mayoría de los motores. Si los pernos traen cualquier marca en la cabeza, hay que leer el código de pernos para saber a qué torque de ajuste corresponden. Luego instale las varillas de válvulas, rotadores (si lleva), eje de balancines y ajuste las tuercas de sus soportes a un torque entre 20 y 30 lbs-pie, (Chilton, 1980).

3.8.21. REGULACIÓN DE LA LUZ DE LAS VÁLVULAS.

Ya instalado el mecanismo de las válvulas, ponga el cilindro en compresión para regular la luz con un calibrador de luces o “gauge” que se introduce entre el balancín y la cola de la válvula (si son válvulas a la culata), o entre la cabeza del tornillo del botador y la cola de la válvula (si son válvulas al bloque). En uno u otro caso, ajuste el tornillo regulador hasta presionar levemente al calibrador y reajuste la contratuerca. Algunos modelos llevan diferente luz de válvulas (comparando las de admisión y escape) y otras tienen la misma luz para ambas válvulas. Generalmente, cuando hay diferencia, las de escape llevan más luz que las de admisión. A continuación se dan algunas medidas típicas de diferentes motores, (Gilardi, 1985).

VÁLVULAS DE ADMISIÓN

VÁLVULAS DE ESCAPE

MEDIDAS EN PULGADAS

0.015	0.015
0.014 - 0.016	0.017 - 0.019
0.010	0.019
0.012	0.012
0.012	0.020
0.014	0.014

Tener cuidado en ver si esta regulación es en frío o en caliente.

3.8.22. INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EMBRAGUE.

Cuando todas las partes estén limpias y realizados los cambios necesarios, instale el disco (céntralo bien, luego el plato de compresión con la campana; ajuste los pernos de la campana contra la volante, en forma progresiva y con un torque entre 10 y 20 lbs-pie y regule la horizontalidad de las uñas por medio de los tornillos respectivos .

Si la cremallera para el arrancador, fue extraído para su revisión, instálela. Si se ajuste con pernos o tornillos, no habrá problemas, pero si es a presión, caliéntela para instalarla.

3.8.23. INSTALACIÓN DEL MOTOR EN EL TRACTOR.

Enganche el motor al reele, por medio de cadenas, levántelo hasta conseguir la altura exacta, aproxime el motor al tractor, lo más horizontal posible, y trate de

embonar el eje ranurado del collarín, con el orificio del disco; sino consigue con facilidad este acople, gire el cigüeñal del motor y trate nuevamente de acoplarlo. Si no lo consigue revise nuevamente el centrado del disco del embrague. Hecho el acople, empuje el motor contra el tractor y ponga los pernos, rondanas y tuercas de unión. Ajústelos.

3.9. PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN DE PARTES EXTERNAS

3.9.1. INSTALACIÓN DE LOS TAPONES DE AGUA Y ACEITE DEL MOTOR.

Si extrajo los tapones para la limpieza del bloque instálelo nuevamente; es preferible usar tapones nuevos.

3.9.2. INSTALACIÓN DE LOS INYECTORES.

Tenga cuidado en no dejar caer tuercas, rondanas o suciedad por los orificios de los inyectores, ya que caerían a la cámara de combustión. Saque los protectores, y reponga las rondanas de cobre en el extremo de cada inyector. Ajuste los inyectores según sea su sistema. Si los soportes son de pernos, que es lo más común, ajústelos a un torque de 10 a 20 lbs-pie.

A continuación instale la tubería de retorno en las cabezas de los inyectores, use rondanas y sellos nuevos. También instale la tubería de lubricación al eje de balancines que pudiera tener, (Gilardi, 1985).

3.9.3. INSTALACIÓN DE TAPAS Y CUBIERTAS EN GENERAL .

Antes de continuar con el armado de otras partes, instale las tapas laterales (de los botadores) con sus respectivas empaquetaduras; use pegamento. No instale todavía la tapa de válvulas, pues se necesita su observación para algunas sincronizaciones.

3.9.4. INSTALACIÓN DE LA BOMBA DE AGUA.

Cada vez que la bomba de agua sea abierta para inspección, se recomienda cambiarle el reten y cualquier otra parte deteriorada, como los cojinetes o bocinas. Si extrae el impulsor de agua, debe calentarlo, pues generalmente se pone a presión; también caliéntelo al instalarlo (revise la luz entre el fondo del impulsor y la caja

debe de ser de 0.020-0.030 plg.). Engrase algún punto, según el modelo con la grasa respectiva. Utilice una empaquetadura nueva y pegamento para empernar la bomba al bloque. Ajuste los pernos de retención contra el bloque, (John Deere, 1979).

3.9.5. INSTALACIÓN DEL FILTRO DE ACEITE.

Use un elemento de filtro nuevo. Llene la caja con el aceite que usa para el motor, póngale la tapa, coloque el conjunto contra el bloque y use una empaquetadura nueva.

3.9.6. INSTALACIÓN DEL FILTRO DE COMBUSTIBLE.

Colóquese el filtro, observe el estado de las roscas a la entrada y salida de la caja del filtro.

3.9.7. INSTALACIÓN DEL MEDIDOR DE TEMPERATURA.

Antes de adquirir uno nuevo revise si el que tiene esta trabajando bien.

3.9.8. INSTALACIÓN DEL RADIADOR.

Obsérvese el estado de todas sus partes antes de instalarlo.

3.9.9. INSTALACIÓN DE LAS MANGUERAS.

Obsérvese que no tengan rajaduras o cortes.

3.9.10. CAÑO DE PURGA.

Que cierre perfectamente.

3.9.11. INSTALACIÓN DEL TREN DELANTERO.

En general, las partes sometidas a mayor desgaste son los cojinetes, retenes, bocinas, ejes y articulaciones. Para su limpieza, observación y engrase se recomienda desarmar siempre todo el sistema. El cambio de algunas de estas partes es sencillo. Por ser un sistema que podría causar accidentes, se recomienda trabajarlo de la mejor forma. Use rondanas de presión, pasadores nuevos. Revise la convergencia de las ruedas delanteras (no paralelismo); adelante debe de ser de 0 a $\frac{1}{4}$ de pulgada menor. Infle las llantas a la presión recomendada. Ponga las tuercas de rueda que hicieran faltar. Ajuste los pernos del aro y disco. Como el tren delantero va conectado con el mecanismo de dirección, haga el armado de estas partes, previa observación de su estado. Las partes de mayor desgaste, son las articulación y terminales de las barras y bocinas. Lubrique con grasa en todos los puntos que contengan grasera. Rellene de aceite la caja de la dirección, (May, 1988).

3.9.12. INSTALACIÓN DEL MÚLTIPLE DE ADMISIÓN Y ESCAPE.

Lo único que generalmente se hace con estas piezas, es observar su limpieza y posibles rajaduras. Coloque la empaquetadora nueva con pegamento. Use rondanas de presión nuevas. Ajuste los pernos del centro hacia afuera. Algunos múltiples de admisión traen conexión con el filtro o purificador de aire; si este es el caso, coloque la manguera de unión y ajuste bien la abrazadera.

3.9.13. INSTALACIÓN DEL MOTOR DE ARRANQUE .

Antes de instalarlo, verifique sus partes principales. Colóquelo en su abertura respectiva del bloque, generalmente tiene sólo dos o tres pernos los que ajustan.

3.9.14. INSTALACIÓN DE LA BOMBA DE INYECCIÓN Y CONEXIONES.

La bomba y los inyectores son reparados en talleres muy especiales, los cuales cuentan con equipo muy especial.

Gilardi (1985), menciona que después de haberla recibido del taller se procederá a su instalación y sincronización.

Cada sistema de bomba tiene un procedimiento para su sincronización con el motor. En sistemas de tipo Bosch (o individual) siga el siguiente procedimiento :

1. Haga girar el cigüeñal con una llave o manizuela, y observe los dos balancines de válvulas del primer cilindro hasta que el balancín de admisión deje de actuar, en este momento el cilindro estará en compresión.
2. Siga girando lentamente el cigüeñal y observe por la ventanilla de la caja del volante (en otros motores, en la polea del cigüeñal) hasta que aparezca la marca de adelanto de inyección. Para la mayoría de los motores Diesel, este dato esta entre 20° y 30° antes del punto muerto superior. Un buen promedio es 25°. Si se carece de este dato, póngase este.
3. Instale la bomba de inyección en su soporte y revise el nivel de aceite lubricante en la bomba; complete la conexión con el motor por medio de su eje de chaveta y acople de fibra (que debe cambiarse si esta gastado o malogrado).
4. Afloje las tuercas del acople y centre las dos marcas (acople y plancha fija) girando el eje que da a la bomba y no el que da a los engranajes de distribución.
5. Ajuste nuevamente los pernos y tuercas de acople. La bomba queda así sincronizada.
6. Tape la ventanilla de la caja de embrague.

Si se comprende este procedimiento, se podrá aplicar a cualquier otro tipo de bomba de inyección, variando sólo los detalles, más no en el fondo. Saque los protectores de las salidas de la bomba. Instale los tubos de la bomba hacia los inyectores y hacia el filtro, revise su limpieza y estado general. Instale a continuación el cable o varilla para apagar el motor. Si el cable está deteriorado cámbielo por uno nuevo.

3.9.15. INSTALACIÓN DE LAS VARILLAS DEL ACELERADOR.

Si el motor es Diesel y tiene gobernador neumático (o a vacío), el extremo libre de las varillas (podría ser cable también) debe ir instalado a la mariposa de aire en el múltiple de admisión. Observe que las articulaciones tengan juego libre y que la mariposa cierre y abra sin ningún obstáculo.

Si el motor Diesel tiene gobernador centrífugo (o de pesas), el extremo libre de la varilla irá conectado al gobernador.

3.9.16. PRUEBA DE LA BOMBA DE COMBUSTIBLE.

Conecte el tubo de entrada con un depósito de combustible, actúe sobre la palanca manual de ceba (si tiene), si no tiene, actúe directamente sobre la palanca de apoyo con el eje de levas; si la bomba se encuentra bien armada botará un chorro de combustible cada vez que sea movida a mano. Su instalación se limitará a poner una nueva empaquetadura con pegamento contra el “bloque” y a ajustar los dos pernos de sostén. Termine de instalar los tubos de entrada y salida de la bomba, (Lopez, 1984).

3.9.17. INSTALACIÓN DE LA BOMBA DE COMBUSTIBLE.

El “bloque” presentará lateralmente una abertura en las inmediaciones del eje de levas, para colocar allí la bomba de combustible o de transferencia.

Revise el estado del diafragma, éste no debe presentar rajaduras o roturas, y las válvulas deben cerrar perfectamente bien. Limpie o cambie el filtro tipo malla de la bomba. Limpie bien el vaso de vidrio; use empaquetadura nueva. Asegúrese que el resorte de la bomba no esté roto o rendido.

3.9.18. INSTALACIÓN DE LA BATERÍA.

Revise su estado, carga, cantidad de electrolito (debe de estar sobre la parte superior de las placas) y colóquela en el sitio que le corresponde; asegúrela con una tapa o marco. Si su tractor tiene dos baterías, no se olvide que la conexión entre ellas debe hacerse en serie, es decir el polo positivo con el negativo, observe en su diagrama del sistema eléctrico, vea cual polo del borne va a tierra (algunos tractores tienen el positivo a tierra y otros el negativo). Instale los cables según el diagrama. No obstante que el sistema eléctrico se diseña para cada marca y tipo de tractor.

3.9.19. PURGA DE LOS MOTORES DIESEL.

Atares (1993), nos indica el siguiente procedimiento :

1. Revise que todas las conexiones estén completas y bien ajustadas.
2. Revise que el tanque esté lleno de combustible.
3. Abra la llave debajo del tanque (grifo).
4. Abra los pernos superiores del filtro de combustible (generalmente son dos).
5. Actúe sobre la palanca de ceba de la bomba de combustible o transferencia.

6. Siga bombeando hasta que el combustible exento de burbujas de aire salga por los orificios de los pernos de purga.
7. Coloque y ajuste el perno de entrada al filtro y luego el de salida, mientras se sigue bombeando.
8. Afloje dos vueltas el perno o pernos de purga de la bomba de inyección. Siga bombeando hasta que salga el combustible sin aire. Ajuste estos pernos mientras continúa bombeando.
9. Seque con un estropajo o material absorbente todo vestigio de petróleo que haya caído (motor o piso).

El motor estará listo para arrancar.

3.9.20. PRUEBAS Y REVISIONES ANTES DEL ARRANQUE.

Para efectuar estas revisiones y pruebas, el tractor debe tener combustible, encontrarse fuera del taller, en un lugar donde no haya depósitos de gasolina cerca, ni paja ni cualquier material inflamable. También se debe tener a la mano un desatornillador y un juego de llaves. Deben estar presentes 2 o 3 personas, para que ayuden en caso de emergencia. Hecho lo anterior. Continúe con lo siguiente:

1. Revise el inflado de las llantas, o estado de las orugas.
2. Revise el ajuste de tuercas, pernos y conexiones en general (tuberías, mangueras, varillas).
3. Qué los instrumentos del tablero funcionen.

4. Qué no haya cortos circuitos en el sistema eléctrico.
5. Nivel de agua en el radiador.
6. Nivel de aceite en el “cárter”.
7. Nivel de aceite en el filtro de aire.
8. Nivel de aceite en la transmisión.
9. Engrase general.
10. Qué el tubo de escape esté en su sitio.
11. Funcionamiento de los frenos.
12. Funcionamiento de la dirección.
13. Funcionamiento del embrague.
14. Que la caja de cambios este en neutro.
15. Templado de la correa del ventilador.
16. Funcionamiento del ahogador del motor.
17. Posibles fugas de aceite.
18. Posibles fugas de combustible.
19. Tener destapada la caja de válvulas para poder observar la llegada de aceite a esas piezas.
20. Comprobar el funcionamiento de la bomba de aceite lo que se hace en la forma siguiente: Saque un tapón de la línea de aceite a presión y sin inyección o encendido dele al arrancador; de la bomba debe salir un chorro de aceite por ese orificio. Reponga el tapón en su sitio.

6. CONCLUSIONES

Antes de efectuar cualquier tipo de reparación se debe determinar lo que se va hacer y porqué es necesario. El diagnóstico y pruebas precisas antes de empezar el trabajo determinarán lo que se necesita desarmar. Aunque los componentes internos no se pueden inspeccionar sin antes desmontar otras piezas; el tiempo dedicado al diagnóstico del problema pueden evitar un trabajo innecesario.

Cualquier registro del motor puede ser útil, como puede ser el historial de mantenimiento, el tipo de trabajo en que se emplea el motor y las horas de operación del motor. Todo esto es una guía del tipo y cantidad de desgaste que se encontrará en las diversas partes del motor.

Los talleres de servicio difieren considerablemente entre sí en su forma de dar servicio. Algunos talleres completamente equipados ejecutarán la mayoría de las operaciones de mantenimiento necesarias para la reparación completa del motor; otras se basan en cambio de unidades reconstruidas.

Es importante mencionar que cualquier trabajo de reparación del motor lo tiene que realizar personal capacitado o personal con los conocimientos necesarios que este trabajo requiere; ya que de otra manera se podría empeorar la situación mecánica del motor.

BIBLIOGRAFÍA

Konrad J. 1971. PRINCIPIOS TÉCNICOS, MANUAL DE TRACTORES. Editorial Leipzig, 3ª. Edición.

Stone A. y Guilvin H.E. 1976. MAQUINARIA AGRÍCOLA. Compañía Editorial Continental S.A., 7ª Reimpresión.

Alvarado Díaz Carlos L. 1976. CONOCIMIENTOS BÁSICOS SOBRE TRACTORES Y ARADOS. U.A.N.L.

Nichols H, Jr. 1993. MANUAL DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA. 3 tomos. Editorial McGraw Hill, 2ª Edición.

Manrique José y Cárdenas Rafael S. 1981. TERMODINÁMICA. Editorial Harla S.A. de C.V.

Obert Edward F. 1976. MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA, ANÁLISIS Y APLICACIONES. Editorial Continental S.A. . 8ª Reimpresión.

Miralles De Imperial Juan. 1986. MOTOR DIESEL, FUNCIONAMIENTO Y ESTRUCTURA DEL MOTOR . Ediciones Ceac. 3ª Edición.

Hughes James. 1996. MANUAL DE DIAGNOSTICO Y AFINACIONES DE MOTORES AUTOMOTRICES. 3 tomos. editorial Prentice Hall.

Ellinger Hebert y Halderman James. 1993. MANUAL PARA AJUSTES DE MOTORES Y CONTROL DE EMISIONES. 3 tomos. 2ª Edición.

Brady Robert. 1997. MANUAL MODERNO DE TECNOLOGÍA DIESEL. 2 tomos. Editorial Prentice Hall. 1ª Edición.

Miquelay Feliu Eugenio. 1984. ENCICLOPEDIA DEL MOTOR Y DEL AUTOMÓVIL, EL MOTOR DIESEL. Editorial Ceac. 12ª Edición.

Turnquist Paul. 1991. TRACTORES Y SUS UNIDADES DE POTENCIA. Editorial Limusa. 1ª Reimpresión.

Granet Irving. 1988. TERMODINÁMICA. Editorial Prentice Hall. 3ª Edición.

Chilton. 1984. MANUAL DIESEL DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO 1978
- 1984. CAMIONES VOLVO, CUMMINS Y PERKINS. Editorial Océano /
Centrum. 1ª Edición.

Gilardi Jaime. 1985. MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA. Editorial IICA . 2ª
Reimpresión.

Gilardi Jaime. 1985. REPARACIÓN DE MOTORES DE TRACTORES
AGRÍCOLAS. Editorial IICA. 4ª Reimpresión.

Sep. 1983. TRACTORES Y MOTORES AGRÍCOLAS. Editorial trillas. 2ª
Reimpresión.

John Deere. 1979. FUNDAMENTOS DE SERVICIO (MOTORES). FMO. Impreso
en México.

John Deere. 1979. FUNDAMENTOS DE SERVICIO (TRACTORES). FMO.
Impreso en México.

Thiessen Frank y Dales Davis. 1990. MANUAL DE MECÁNICA DIESEL. 3
tomos. Editorial Prentice Hall. 1ª Edición en Español.

May De. 1988. MECÁNICA PARA MOTORES DIESEL. TEORÍA, MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN. 2 Tomos. Editorial McGaw Hill. 1ª Edición en Español.

National Schools, MECÁNICA AUTOMOTRIZ, INDUSTRIAL Y DIESEL. Curso para titularse como técnico mecánico.

Reader's Digest,S.A de C.V. 1975. EL LIBRO DEL AUTOMOVIL. Versión española.

Hunt Donnell. 1991. MAQUINARIA AGRÍCOLA. Noriega Editores. 7ª Edición.

López Enrique. 1984. REPARACIÓN DE MOTORES DIESEL. Gómez Gómez Hnos Editores. 1ª Edición.

