

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE INGENIERIA

DEPARTAMENTO DE MAQUINARIA AGRÍCOLA



**MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL TRACTOR MODELO MF 285 XTRA
MARCA MASSEY FERGUSON**

POR:

JEHU JUÁREZ LEÓN

MONOGRAFÍA

Presentada como requisito parcial para obtener el título del:

INGENIERO MECÁNICO AGRÍCOLA

Saltillo, Coahuila, México
Enero 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE MAQUINARIA AGRÍCOLA

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL TRACTOR MODELO MF 285 XTRA
MARCA MASSEY FERGUSON**

POR:

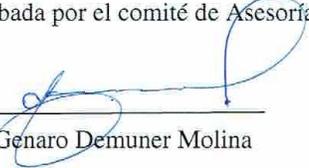
JEHU JUÁREZ LEÓN

MONOGRAFÍA

Presentada como requisito parcial para obtener el título del:

INGENIERO MECÁNICO AGRÍCOLA

Aprobada por el comité de Asesoría:



M.C. Genaro Demuner Molina

Asesor principal



M.C. B. Elizabeth de la Peña Casas

Coasesor



Ing. Héctor Emilio González Ramírez

Coasesor





Ing. Bruno García Mendoza

Coordinador Interino de la División
de Ingeniería

Saltillo, Coahuila, México
Enero de 2019

DEDICATORIA

A mis padres:

Sr. Silvestre Juárez Valencia y Sra. Paulina León Pérez, por brindarme la vida y creer en mí en todo momento en esta etapa tan maravillosa, muchas gracias por apoyarme en condiciones buenas tanto como en las malas, siempre estaré agradecidos con ustedes por ser los mejores padres del mundo que dios me ha dado. Este logro lo comparto con ustedes por guiarme en el camino adecuado, lleno de valores y respeto.

A mis hermanos:

Ernesto, Braulio, Usiel, ya que de una y otra manera contribuyeron para que se un buen ejemplo para ustedes, sobre todo un buen hermano.

A mis abuelos y familiares:

José, Juana, Paula, Guillermo (+), por el cariño incondicional que me han brindado en toda la vida que llevo, hago mención de mi quería abuela Juana por ser como una segunda madre para mí en verdad gracias, en este apartado no podía falta a mi quería tía Micaela por su cariño.

A mis amigos:

Fabián, Abenamar, David, Francisca, Brenda, Dana y la señora Elisa, gracias por su compañía, cariño, consejos y la gran amistad que me tienen y les tengo a ustedes, porque de una y otra manera contribuyeron en mi persona para ser mejor cada día.

AGRADECIMIENTOS

A MI DIOS:

Por guiarme e iluminarme en el camino correcto para ser un buen ser humano, por fortalecerme en los momentos difíciles, así como en los felices de mi carrera.

A MI ALMA MATER:

Por ser mi segunda casa, lo cual me abriste las puertas del saber y darme la oportunidad de formarme como un profesionalista, también por inculcarme los valores, ética y sabiduría para visionarme en un futuro mejor.

A MI ASESOR:

Agradezco al MC. Genaro Demuner Molina, MC. Blanca Elizabeth de la Peña Casas e Ing., Héctor Emilio González Ramírez por brindarme su gran apoyo para realizar esta investigación.

A MIS MAESTROS:

A mis maestros del Departamento de Maquinaria Agrícola y a la secretaria Juanita, por su paciencia y apoyo a lo largo de mi estancia, así por haberme brindado de sus conocimientos y sabiduría.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTOS	IV
INDICE GENERAL	V
INDICE DE TABLAS	VI
INDICE DE FIGURAS	VII
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	4
3. ANTECEDENTES	5
4. ESPECIFICACIONES DEL TRACTOR A DESCRIBIR	6
5. GENERALIDADES DEL TRACTOR	9
5.1. PARTES DEL TRACTOR	9
6. TRABAJOS QUE PUEDE REALIZAR UN TRACTOR	11
7. SISTEMAS DEL TRACTOR: FUNCIONAMIENTO	11
7.1. SISTEMA DE ADMISIÓN Y ESCAPE	11
7.2. SISTEMA DE COMBUSTIBLE	12
7.3. SISTEMA DE LUBRICACIÓN	13
7.4. SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	14
7.5. SISTEMA ELÉCTRICO	15
8. PARTES DEL MOTOR	16
9. MANTENIMIENTO DEL TRACTOR	26
10. LUBRICANTES RECOMENDADOS POR AGCO MEXICO PARA LA MARCA MASSEY FERGUSON	27
10.1. ACEITE DE MOTOR 15W 40 CI-4	28
10.1.1. ESPECIFICACIONES DEL ACEITE DE MOTOR 15W 40 API CI-4/SL	29
10.2. ACEITE DE TRANSMISIÓN E HIDRAULICO 400B	29
10.2.1. PROPIEDADES DEL ACEITE HIDRAULICO	30
10.3. ACEITE DIFERENCIAL	31
10.4. PUNTOS DE LUBRICACIÓN CON GRASA DE LITIO	32
11. MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN DEL TRACTOR	34
11.1. SERVICIO A LAS 100 HORAS DE TRABAJO	35
11.2. SERVICIO A LAS 250 HORAS, 750 HORAS, 1250 HORAS, 1750 HORAS	37
11.3. SERVICIO A LAS 500 HORAS Y 1500 HORAS	39
11.4. SERVICIO GENERAL DEL TRACTOR, 1000 HORAS Y 2000 HORAS	40
	V

12. COMPARACIÓN DE MANTENIMIENTO DE LA MARCA JOHN DEERE MODELO 5415.	41
13. CONCLUSIONES	44
14. RECOMENDACIONES	44
15. ANEXOS	45
BIBLOGRAFÍA	47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción del motor	6
Tabla 2. Sistema de enfriamiento.....	7
Tabla 3. Filtración de aire.....	7
Tabla 4. Sistema de combustible	7
Tabla 5. Embrague	7
Tabla 6. Transmisión.....	7
Tabla 7. Toma de fuerza	7
Tabla 8. Frenos	8
Tabla 9. Sistema hidráulico	8
Tabla 10. Sistema eléctrico	8
Tabla 11. Capacidades del tractor	8
Tabla 12. Lubricantes recomendados por parte de MASSEY FERGUSON.....	28
Tabla 13. Mantenimiento diario.....	34
Tabla 14. Mantenimiento del tractor semanalmente	34
Tabla 15. Mantenimiento del tractor a las 100 horas.....	35
Tabla 16. Mantenimiento en intervalos de 250 horas	37
Tabla 17. Mantenimiento de 500 y 1500 horas	39
Tabla 18. Tabla para un mantenimiento general	40
Tabla 19. Mantenimiento JOHN DEERE, Modelo 5415	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Modelo del tractor MF 285 Extra.....	6
Figura 2. Vista general del tractor agrícola	9
Figura 3. Esquema del sistema de admisión y escape	12
Figura 4. Esquema de la distribución del sistema de combustible.....	13
Figura 5. Distribución del sistema de lubricación	14
Figura 6. Sistema de enfriamiento	14
Figura 7. Sistema eléctrico.....	16
Figura 8. Partes de un motor	17
Figura 9. Bloque, vista lateral	17
Figura 10. Vista superior de los cilindros.....	18
Figura 11. Camisas	18
Figura 12. Carrera de un cilindro y sus cotas.....	19
Figura 13. Relación de compresión	20
Figura 14. Vista superior de la culata.....	21
Figura 15. Junta de la culata	21
Figura 16. Vista superior de la tapa de los balancines	22
Figura 17. pistones del motor del tractor MF 285 Extra	22
Figura 18. Pistón y sus denominaciones de sus partes	23
Figura 19. Diversos tipos de segmentos de compresión	23
Figura 20. Partes de un cigüeñal	24
Figura 21. Volante	25
Figura 22. Carter. Lado derecho la junta del Carter.....	25
Figura 23. Descripción de las piezas del Carter.....	26
Figura 24. Aceite de Motor 15W 40 CI-4	28
Figura 25. Aceite de transmisión e hidráulico 400	30
Figura 26. Aceite diferencial / reductores SAE 90 API GL5	32
Figura 27. Articulación eje central delantero tracción sencilla.....	32
Figura 28. Ruedas del tractor	33
Figura 29. Brazos niveladores y barra de tercer punto	33
Figura 30. Lubricación del motor, cambio de filtro y aceite	35
Figura 31. Filtro de combustible y sedimentador	36

Figura 32. Elemento filtrante	37
Figura 33. Filtro de succión de transmisión e hidráulico.....	38
Figura 34. Reductores y mandos finales.....	40
Figura 35. Filtro principal e secundario.....	41
Figura 36. Ejemplo de una orden de servicio de mantenimiento con el programa ASPEL	46

1. INTRODUCCIÓN

Una de las áreas de la agricultura en la que ha habido grandes innovaciones en las últimas décadas ha sido el área de la mecanización o introducción de máquinas para la realización de labores agrícolas. Además, el trabajo utilizando maquinaria agrícola es más rápido y más económico (siempre y cuando el equipo este bien calibrado), comparando con el trabajo realizado por el hombre (Alvarado, 2004).

La creciente necesidad de mayores producciones y alta productividad agropecuaria en nuestro país México, exige mecanizar los cultivos y tener los conocimientos técnicos necesarios sobre los tractores agrícolas y las máquinas utilizadas para cada labor, el correcto mantenimiento preventivo de estas máquinas permitirá un mayor rendimiento de las mismas

El trabajo con máquinas en general y con tractores en particular, requiere no sólo del conocimiento de la parte constitutiva de las mismas, sino de sus partes operativas, su funcionamiento, sus interrelaciones con otras piezas o mecanismos, sus regulaciones, ajustes, servicio y sobre todo su reparación. El técnico encargado de realizar el servicio de mantenimiento debe de estar capacitado, por los controles que debe llevar, la guía fundamental serán los manuales de servicio, mantenimiento y operación. Es decir debe poner en práctica lo que el fabricante recomienda tras ciertos números de horas de funcionamiento del tractor, los mantenimientos preventivos son menos costosos que un mantenimiento correctivo (Gilard, 1997).

El correcto mantenimiento del tractor nos evita pérdidas de tiempo y dinero por fallos evitables, permitiendo además aprovechar al máximo la potencia y prestaciones con las que cuenta (Mantenimiento de tractores Massey Ferguson, 2016).

Los servicios de mantenimiento se dividen en: diarios y periódicos, esto para que las máquinas se encuentren en perfecto estado. Para lograr un funcionamiento óptimo del tractor, los costos de mantenimiento son más accesibles que los costos de reparación, por eso es importante cumplir al día con el programa de mantenimiento, en las revisiones periódicas que incluyen el reemplazo y la afinación de piezas o partes del tractor (Guerra, 2014).

En el mantenimiento del tractor, el administrador debe ser responsable del cumplimiento de los determinados aspectos relativos al cuidado del equipo por parte del fabricante, se debe

operar el equipo de forma adecuada, según su tamaño o capacidad y las características propias. Por ejemplo, no es adecuado usar un arado de vertedera en terrenos con piedras, poner exceso de lastres o pesas en un tractor, etc., (Murillo, 1957).

Normalmente, los fabricantes diseñan el equipo agrícola para dar mantenimiento eficaz y sencillo a ciertas partes críticas. Recomiendan intervalos de mantenimiento que, si se siguen, se asegurará una larga vida del equipo o mecanismo. El administrador o responsable de la maquinaria no sólo espera proporcionar el mantenimiento adecuado, sino evitar un sobre mantenimiento costoso. La prevención del deterioro es el principio directriz que está detrás de muchas actividades de mantenimiento. Murcia, Rivera y Pizón, (2004) citan a Hunt (1986), el cuál menciona que dentro del mantenimiento preventivo se deben considerar los siguientes aspectos: manejo de pedidos y sus solicitudes; administrar y controlar el personal del taller; registrar, reportar los costos de equipo como en el taller y por último registrar y reportar los historiales de los equipos.

La mejor manera de tener bajo control las anteriores consideraciones, es por medio de algunos instrumentos muy útiles como son: la orden de trabajo, tener muy en cuenta las reglas de las 5'S (Seire, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke). Esto para controlar el tiempo y así evitar el tiempo muerto. Con esta información se obtendrá como resultado, una serie de información contable que permitirá tomar decisiones acertadas y confiables.

Murcia, Rivera y Pizón (2006), sugieren que no hay nada mejor que consultar el manual de la máquina para seguir las recomendaciones. De no hacerlo, se pagará muy caro en cuanto a costos operativos como en la pérdida de tiempo en campo por posibles averías de la máquina; esto es, perder unas horas de trabajo en el campo significando frenar la oportunidad de labrar o sembrar el suelo.

En este manual se encontrará la información de partes, funcionamiento, usos y mantenimiento del tractor MF285 XTRA de Massey Ferguson. Adicionalmente, se anexa una descripción de los elementos de maquinaria agrícola, para así entender mejor el funcionamiento y asegurar un buen mantenimiento del equipo.

Mi compromiso con esta monografía es que sirva a los estudiantes de la carrera de Ingeniero Mecánico Agrícola, como manual para brindarles un mejor conocimiento de los tractores agrícolas.

2. OBJETIVOS

Objetivo general

- El objetivo de este manual es que sirva de apoyo en las prácticas de las materias relacionadas a Maquinaria Agrícola y para que el estudiante obtenga un conocimiento general en lo que es seguridad, operación y administración de los equipos agrícolas.

Objetivos específicos

- Conocer a fondo el tractor modelo MF285 XTRA de la marca Massey Ferguson.
- Explicar a detalle los diferentes tipos de servicio que se le realizan al tractor.
- Conocer y describir las piezas del tractor, así como el funcionamiento de estas.
- Establecer un check list de mantenimiento del tractor para realizar prácticas en taller.

3. ANTECEDENTES

La historia del tractor agrícola se remonta al año de 1858, cuando J.W. Frawkes, adaptó un motor de vapor a un arado. Se dice que ese motor de vapor arrastró ocho cuerpos de arado, en un terreno sin arar, cubierto de césped (Alvarado, 2004).

El proceso de mecanización agrícola ha sido un componente tecnológico básico que ha acompañado el proceso de modernidad instrumental, desarrollado en el agro por distintos gobiernos nacionales. Como parte de esto, la mecanización agrícola ha formado parte de la instrumentación de políticas de desarrollo rural, mismas que han desencadenado cambios importantes en la agricultura de las regiones integradas a los circuitos comerciales del país (Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 2012).

El apoyo estatal que se dio entre 1940 y 1970 a la mecanización agrícola, permitió que las existencias de tractores en campo se incrementaran en más de 11% (Masera, 1990), lo que permitió que para la década de los ochenta la afluencia de tractores trabajando la superficie agrícola en los distritos agrícolas fuera de 89%, generando un margen del coeficiente de mecanización de 60 Ha tractor⁻¹ para las regiones que desarrollan agricultura de riego, y de 144 Ha tractor⁻¹ para las de temporal, lo que permitió un alto valor de mecanización por superficie cultivada en relación con el número de tractores operando en campo.

La revolución verde dio paso a regiones de alto desarrollo, con rendimientos agrícolas tan altos que según datos aportados por Hewitt (1978), durante los años que se instrumentó el modelo de mecanización agrícola intensiva (1940-1970), los rendimientos obtenidos en el maíz se duplicaron, pasando de 565 a 1,194 kg Ha⁻¹, los de trigo casi se triplicaron, al obtenerse de 772 a 2,817 kg Ha⁻¹.

El uso de maquinaria agrícola, que sustituyó el desempeño manual, amparado en el manejo de herramientas de trabajo simples o en animales de labor, se acompañó de una nueva división social del trabajo (Lara, 1997). Esto último no sólo fue un producto de la creación de nuevos puestos de trabajo, sino también debido a la desaparición o simplificación de ciertas tareas. En ese escenario la tendencia a tractorizar estuvo acompañada de la definición de políticas y de orientaciones económicas, de extensionismo agrícola y de divulgación en aspectos de carácter tecnológico.

El término mecanización agrícola indica la realización con máquinas de los trabajos que en el campo en otros tiempos se hacían con fuerza animal o mediante la actividad del hombre. Dos son los objetivos básicos de la mecanización agrícola: Aumentar la productividad y mejorar la ergonomía del trabajo agrícola (Escalante, 1999).

4. ESPECIFICACIONES DEL TRACTOR A DESCRIBIR



Figura 1. Modelo del tractor MF 285 Extra
Fuente: Massey Ferguson, Allende, Nuevo León, 2018

Tabla 1. Descripción del motor

Modelo	Perkins 1104A-44
Potencia	85 hp
Número de cilindros	4
Revoluciones nominales	2350 RPM
Cilindrada (L)	4,4
Diámetro / Carrera (mm)	105/127
Índice de compresión	18.2:1
Aspiración	Natural
Orden de inyección	1,3,4,2
Escape	Vertical
Acelerador	De mano y pie

Tabla 2. Sistema de enfriamiento

Tipo	Agua presurizada
Radiador	De tubos verticales y aletas horizontales
Bomba de agua	Centrifuga, accionada por banda y polea
Rango de temperatura	80 a 98 °C

Tabla 3. Filtración de aire

Tipo	Filtro seco con doble elemento
Pre-filtro	Centrifugo bajo cobre

Tabla 4. Sistema de combustible

Trampa de agua	Con elemento reemplazable
Filtro de combustible	Tipo de elemento reemplazable sencillo

Tabla 5. Embrague

Tipo	Split Torque
Diámetro del disco	330 mm
Material	Cera metálica
Método de operación	Por pedal

Tabla 6. Transmisión

Tipo de transmisión	Estándar
Número de velocidades	8*2
Palancas y ubicación	2 centrales

Tabla 7. Toma de fuerza

Tipo	Independiente
Velocidad (RPM)	540
Diámetro del eje (mm)	34.8
Número de estrías	6
Accionamiento	Mecánico
Potencia máxima (hp) Certificada	75.4

Tabla 8. Frenos

Tipo	Húmedos con multidisco
Material	Orgánico
Accionamiento	Mecánico
Freno de estacionamiento	Activado por palanca manual

Tabla 9. Sistema hidráulico

Tipo	Centro abierto
Bomba hidráulica	Bomba de pistón con filtro de succión
Controles operacionales	Tiro
Caudal hidráulico (L/min)	18
Capacidad de levante a las esferas	2351.1 kg
Capacidad de levante a 610 *	1548.0 kg
Estabilizadores	De cadena
Categoría	II

Tabla 10. Sistema eléctrico

Batería	90 A.
Alternador	14 V / 55 A.
Motor de arranque	12 V / 3 Kw
Faros delanteros	35 W (halógeno)
Faro de trasero de trabajo	55 W
Luces delanteras	21 W
Luces traseras y luces de freno	21 W
Luces direccionales	21 W

Tabla 11. Capacidades del tractor

Tanque de combustible (L)	100
Cárter del motor (L)	9
Sistema de enfriamiento (L)	14.5
Sistema hidráulico (L)	50.0

5. GENERALIDADES DEL TRACTOR

El tractor es un vehículo dotado de motor que le sirve para poder desplazarse por sí mismo y remolcar o accionar las distintas máquinas que se utilizan en la agricultura actual. En la mayoría de los casos, el tractor ésta dotado de ruedas neumáticas de las cuales, predominantemente, las traseras son motrices y de mayor tamaño que las delanteras, que son solo directrices (Arnal y Laguna, 2005).

5.1.PARTES DEL TRACTOR

El tractor agrícola consta, fundamentalmente de las siguientes partes (Fig. 2).

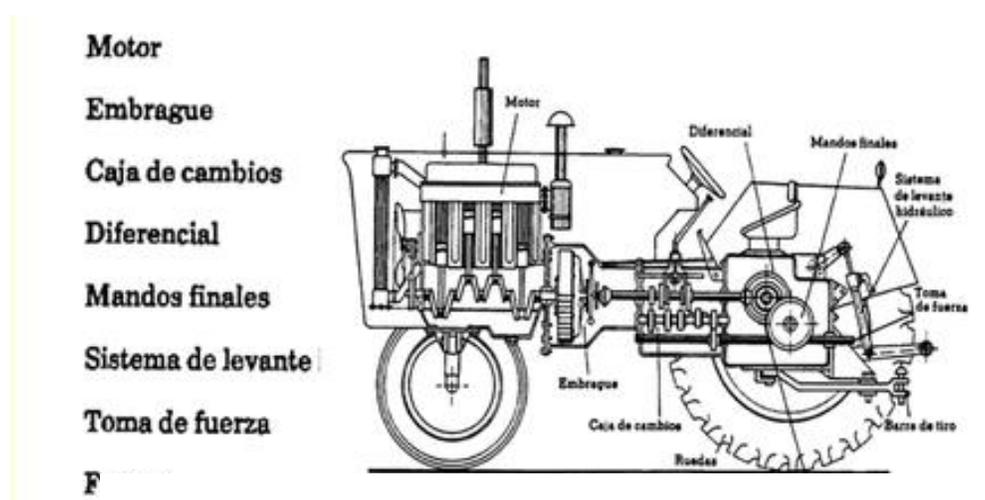


Figura 2. Vista general del tractor agrícola

Fuente: Tractores y motores Agrícolas, 2005

BASTIDOR: Es un armazón metálico, muy consistente, sobre el cual se sujetan los mecanismos fundamentales del tractor.

MOTOR: Conjunto de órganos y sistemas destinados a transformar la energía liberada en la combustión de Gasoil, en energía mecánica, produciendo un movimiento de giro.

EMBRAGUE: Dispositivo por el que se transmite o interrumpe el movimiento de giro producido por el motor a la caja de cambios.

CAJA DE CAMBIOS: Conjunto de ejes y engranajes mediante los cuales se consigue adecuar la velocidad de avance y el esfuerzo de tracción del tractor a las necesidades de cada situación.

DIFERENCIAL: Conjunto de engranajes que permite diferente velocidad de giro entre sí, de las dos ruedas motrices del tractor, para que esta pueda tomar las curvas con facilidad.

REDUCCIÓN FINAL: Mecanismo encargado de reducir, después de la caja de cambios la velocidad de giro de las ruedas y que por tanto aumenta el esfuerzo de tracción.

PAILERES: Están divididos en dos semi-palieres, y que son los ejes encargados de transmitir el movimiento desde el diferencial hasta las ruedas, pasando por la reducción final.

RUEDAS: Son los elementos que, apoyándose en el suelo, soportan el peso del tractor y le permiten desplazarse sobre el mismo.

LEVANTE HIDRÁULICO: Es el elemento que permite elevar los implementos, suspendiéndolos en el aire, o descender posándolos en el suelo, acoplados al tractor, para facilitar las maniobras de éste.

ENGANCHE: Es el que permite acoplar máquinas o implementos al tractor. Se distinguen de dos tipos de enganche: barra de tiro con un punto de enganche para máquinas o implementos, remolcados; y enganche de tres puntos, unido al elevador hidráulico, para las máquinas o implementos suspendidos o semi-suspendidos.

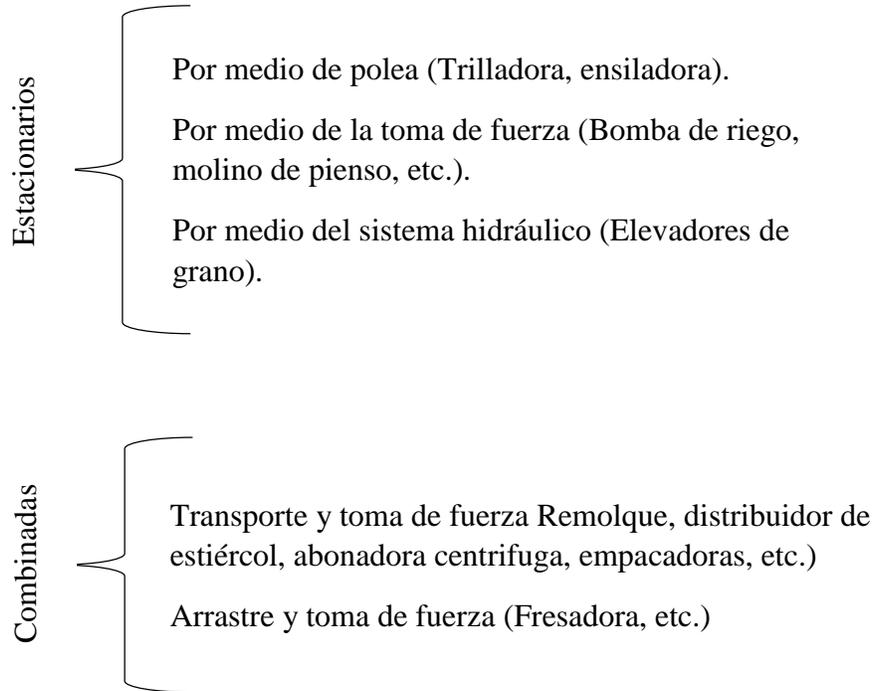
DIRECCIÓN: Conjunto de piezas destinado a dirigir al tractor hacia el sitio elegido por el tractorista. Actúa sobre las ruedas delanteras, llamadas por esto directrices.

FRENOS: Es el dispositivo encargado de disminuir la velocidad del tractor, e incluso de detenerlo totalmente.

TOMA DE FUERZA: Es un eje, estriado en un extremo, accionado por el motor y destinado a dar movimiento a determinado tipo de máquinas acopladas al tractor. El accionamiento puede ser: Del intermediario de la caja de cambios y por tanto se desconecta al desembragar, del secundario de la caja de cambios y por tanto sincronizada con la velocidad del tractor, del motor o independiente con un embrague propio o con un embrague de doble posición.

6. TRABAJOS QUE PUEDE REALIZAR UN TRACTOR

Los trabajos que puede realizar el tractor agrícola se pueden clasificar como:



7. SISTEMAS DEL TRACTOR: FUNCIONAMIENTO

7.1. SISTEMA DE ADMISIÓN Y ESCAPE

Su función es suministrar grandes cantidades de aire limpio al motor (Fig. 3):

Filtro de aire: retiene impurezas de aire, para que abrasivos como el polvo no produzcan daños prematuros en anillos, pistones y paredes del cilindro.

a). Filtro de tipo baño de aceite: El aire que entra al filtro pasa sobre la superficie y a través del aceite en donde se retienen las partículas de polvo, las partículas de polvo que son mas densas que el aire no pueden hacer un cambio rápido en su movimiento, sino que continúan en línea recta hacia el baño de aceite las partículas quedan atrapadas en el aceite y caen al fondo del deposito.

b). Filtro de aire seco: Es un filtro para aire pesado que tiene recipiente para polvo y elemento de filtro.

Los turbocargadores o sobre alimentadores: Se utilizan para obligar a entrar a los cilindros del motor una masa de aire mayor. Esa masa mayor de aire suministra más oxígeno para la combustión con lo que el motor produce más potencia.

Respiración del motor: Los motores que no tienen turbocargador se llaman de aspiración natural. Es decir, aspiran por la acción normal de bombeo de los cilindros esta acción de los pistones reduce la presión entre los cilindros y el aire penetra en ellos debido a la presión atmosférica.

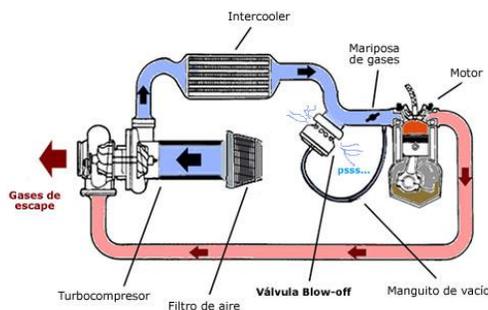


Figura 3. Esquema del sistema de admisión y escape

Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/turbo2.htm>

7.2. SISTEMA DE COMBUSTIBLE

Está constituido por el tanque que es el reservorio para el aceite diésel, la bomba de alimentación que extrae el combustible del tanque y lo envía al sistema de filtrado a presión media, los filtros son los encargados de detener las partículas extrañas para que en el torrente solo circule combustible limpio, la bomba de inyección que es la encargada de generar alta presión (204 kg cm^2 o 2895 PSI) y de enviar el combustible a alta velocidad hacia los inyectores ($\pm 1600 \text{ m s}^{-1}$), los inyectores que son los encargados de dosificar el combustible que ha de entrar a cada cilindro para que se realice la explosión, las tuberías fabricadas en bronce y que es por donde el combustible se conduce de un punto a otro logrando mantener un sistema totalmente presurizado (el largo de los tubos que llevan el combustible de la bomba de inyección a los inyectores en un motor es el mismo para todos los cilindros, indistintamente del número y de la distancia de la bomba de inyección a los inyectores).

Todas estas piezas (Fig. 4) trabajan en conjunto para cumplir con la función de hacer llegar el combustible diésel a la cámara de combustión en el momento oportuno y en la dosis exacta, esto depende de la sincronización con los movimientos con el eje cigüeñal y eje de levas en la distribución, y de la calibración de los inyectores. El elemento circulante en este sistema es el combustible diésel y se contiene el tanque.

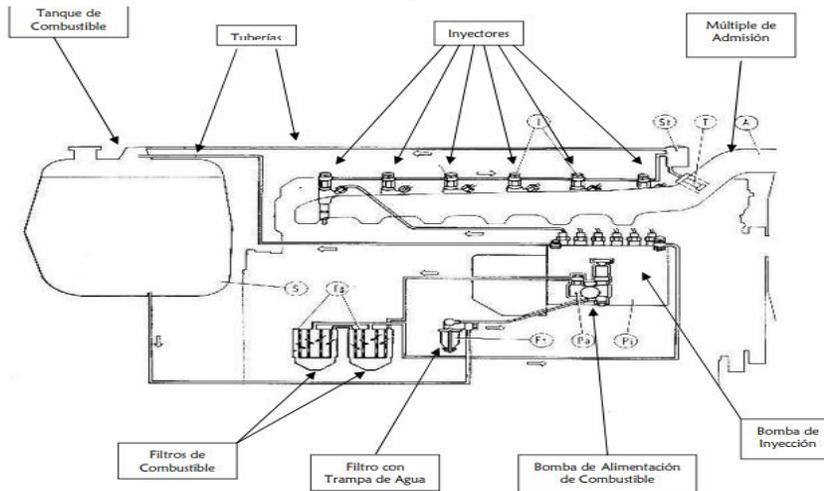


Figura 4. Esquema de la distribución del sistema de combustible
Fuente: Maquinaria Agrícola, capítulo 1, 2009

7.3. SISTEMA DE LUBRICACION

El sistema de lubricación (Fig. 5) utilizado hoy en día en los MCI es del tipo a presión total, ya que es el más eficiente en poner en el menor tiempo, una película lubricante entre todas las piezas del motor que están en movimiento, tal y como son las partes primarias del motor, las piezas superiores de la culata y los engranajes de la distribución, disminuyendo así el desgaste de estos antes de que lleguen al punto normal de dilatación térmica. Está formado por el Carter que es el depósito del aceite, la bomba que se encarga de mantener la presión y el flujo constante del aceite en todo el motor, el sistema de filtrado que es el responsable de detener partículas metálicas o no, para que no circulen con el torrente lubricante, el manómetro indicador de la presión de funcionamiento del aceite, tuberías, galerías y toberas para la circulación del fluido, y la bayoneta que es la que nos permite medir el nivel de aceite contenido en el Carter. Las funciones de este sistema son:

- Reducir el desgaste y la fricción al separar las partes en rozamiento
- Actuar como enfriador al retirar el calor de los lugares con altas temperaturas
- Absorber los choques que ocurren en los cojinetes

- Actuar como sello en la cámara de combustión.

El elemento circulante en este sistema es el aceite en el Carter, del tipo y calidad del cual depende en mucho la vida útil del motor.

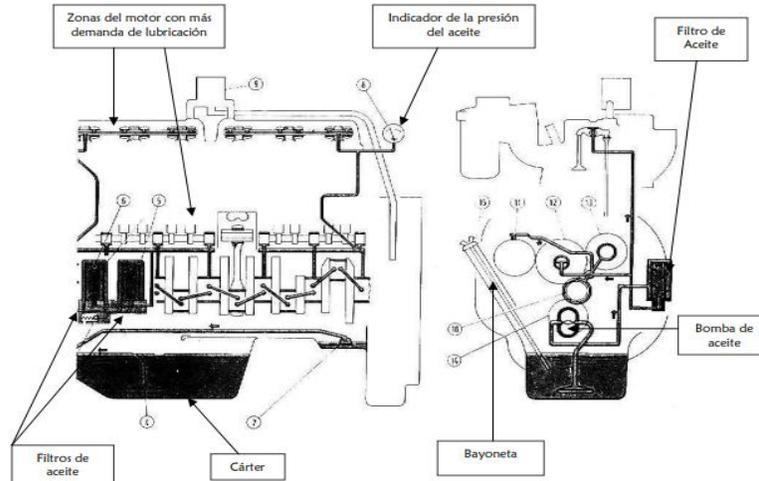


Figura 5. Distribución del sistema de lubricación
Fuente: Maquinaria Agrícola, capítulo 1, 2009

7.4. SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

El sistema de enfriamiento (Fig. 6) más difundido en los motores de tractores es el de enfriamiento por agua, ya que es más eficiente que el que usa el sistema de enfriamiento por aire. Para lograr mantener a la temperatura normal del funcionamiento se utiliza agua dulce, o un líquido especial llamado refrigerante, el cual tiene características anticongelantes, antioxidantes y anticorrosivas. La función principal de este sistema es de mantener una temperatura óptima de funcionamiento del motor (85°C a 89°C).

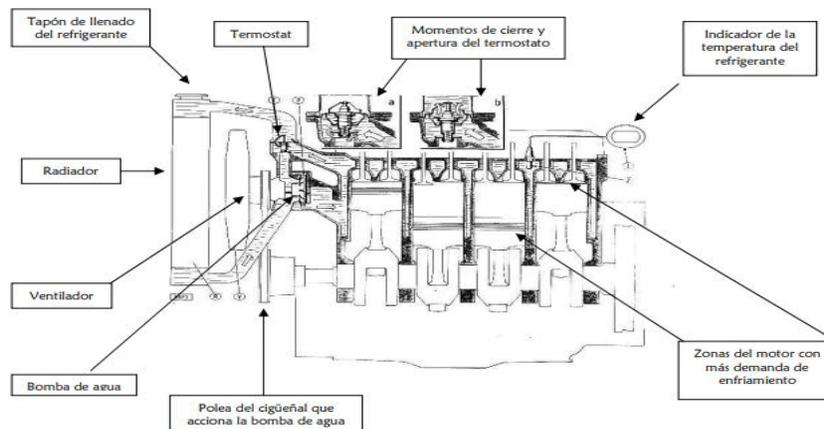


Figura 6. Sistema de enfriamiento
Fuente: Maquinaria Agrícola, capítulo 1, 2009

El enfriamiento se logra cuando el líquido circulante absorbe el calor generado durante el proceso de combustión, manteniendo constante la temperatura del motor. Está formado por una bomba de tipo centrífugo que es la que genera el flujo constante del líquido refrigerante, mangueras, conductos y toberas para su conducción, el indicador de temperatura de funcionamiento, el termostato que es una válvula especial que permite la circulación del líquido refrigerante hacia el radiador para que sea enfriado, y el radiador además de ser el contenedor del elemento circulante, es la pieza donde se logra bajar la temperatura del refrigerante al nivel necesario, esto se logra cuando el termostato deja pasar agua caliente proveniente del interior del motor al tanque superior del radiador, haciéndolo bajar a través de unos tubos pequeños, delgados y ovalados (cañuelas), estos a su vez están unidos a unas aletas disipadoras de calor colocadas horizontalmente en toda la trayectoria descendente del refrigerante hasta llegar al tanque inferior del radiador, el líquido durante el descenso es rociado con un fuerte y constante flujo de aire generado por el ventilador (4 a 6 aspas) del sistema que va montado en el eje de la bomba, con todo esto, el líquido refrigerante disminuye su temperatura y es introducido nuevamente al motor para comenzar absorber nuevamente la temperatura de las piezas que se calientan.

7.5. SISTEMA ELÉCTRICO

El sistema eléctrico (Fig.7) está formado por un acumulador o batería, sistema de arranque, sistema de carga y el sistema de luces. Además de múltiples conductores, interruptores e indicadores eléctricos. Este sistema cumple con tres funciones generales a saber:

1. Generación de energía para el arranque del motor: Esto se logra a través de una reacción química que se produce entre las placas positiva y negativa y el electrolito (ácido sulfúrico, H_2SO_4) de la batería del tractor, esta energía es enviada al motor de arranque para que se haga el trabajo de poner en funcionamiento el MCI.
2. Recarga de energía al acumulador (batería): Esta función se logra a través de un generador de energía (alternador), el cual, al ser accionado por una faja, se genera la energía para poder recargar aquella que gastó la batería cuando la entregó al motor de arranque. El alternador produce corriente alterna, que debe ser transformada en corriente continua, para que la batería pueda recibirla y almacenarla. Suministrar la energía para el funcionamiento de los diferentes accesorios eléctricos del tractor.

3. Suministrar la energía para el funcionamiento de los diferentes accesorios eléctricos del tractor (luces, indicadores, tablero, etc.).

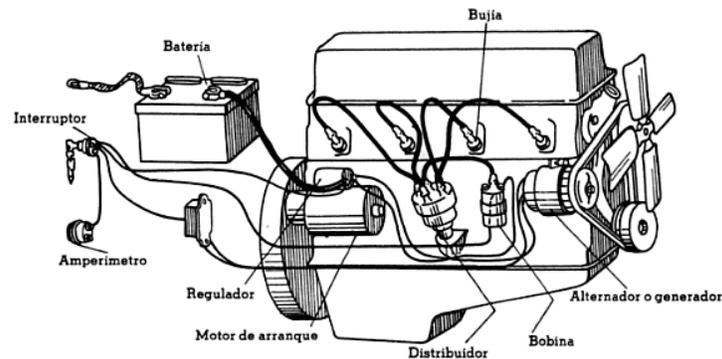


Figura 7. Sistema eléctrico
Fuente: Maquinaria Agrícola, capítulo 1, 2009

8. PARTES DEL MOTOR

Un motor (Fig. 8), es una máquina que transforma energía calorífica en energía mecánica. La energía calorífica normalmente procede de la combustión de un combustible en presencia de un comburente (Domingo, 2018).

Los motores se dividen en:

- Motores de combustión interna o endotérmicos.
- Motores de combustión externa o exotérmicos.

En los motores de combustión externa, el calor procedente de la combustión se transmite al fluido activo a través de la pared de la caldera.

En los motores de combustión interna, la combustión se realiza en el seno del fluido activo. En estos, los órganos mecánicos que transportan el calor en energía mecánica pueden ser de cuatro tipos:

- **Mecanismo biela-manivela:** Transforma un movimiento rectilíneo alternativo en un movimiento circular o viceversa.
- **Motor rotativo:** El fluido se expande contra unas paletas, alabes de turbina, y entonces se produce trabajo axial.
- **Motor Wankel:** El fluido empuja un rotor que sigue su movimiento excéntrico.

- **Motor a reacción:** Cuando los propios gases de la combustión mueven el motor.

El motor es la parte del tractor más complicada, y por ello requiere un estudio y atención especial (Arnal, 2005). El motor está constituido por las siguientes partes fundamentales:

- Bloque
- Culata
- Junta de culata
- Bulón
- Tapa de balancines
- Biela
- Pistón
- Cigüeñal
- Segentos
- Volante
- Carter

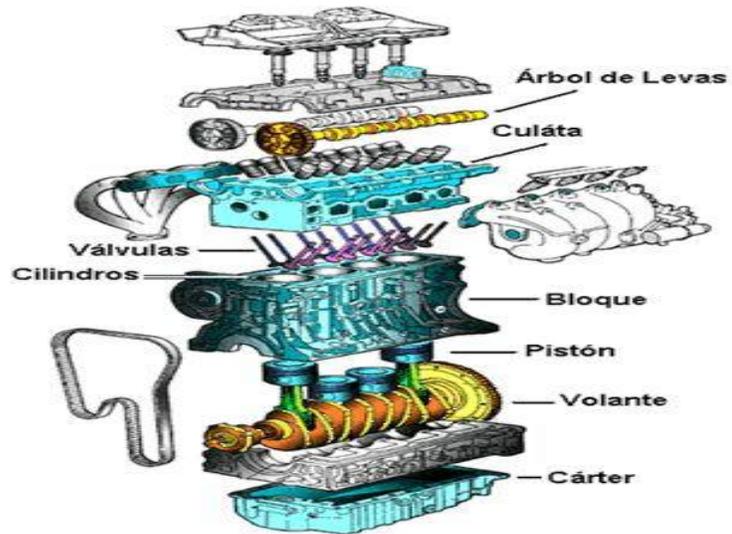


Figura 8. Partes de un motor

Fuente: <https://es.slideshare.net/luisaguilarr/tractor-agricolas-y-las-partes-internas-del-motor>

BLOQUE: Es una pieza hecha de fundición. Es la más pesada y voluminosa del motor, en la cual se insertan todos los mecanismos fundamentales de estos (Fig. 9).



Figura 9. Bloque, vista lateral

Fuente: Tractores y Motores Agrícolas, 2005

El bloque tiene huecos cilíndricos (Fig. 10), grandes que se llaman “cilindros”, dentro del interior de los cilindros es donde se realizan las combustiones que originarán el movimiento del motor. Estos huecos pueden estar hechos directamente sobre el bloque, o bien ser postizos, llamándose en este caso “camisas”; las camisas, pueden ser “secas” o

“húmedas” (Fig. 11), siendo secas las que no tienen contacto directo con el agua de refrigeración, y húmedas las que sí que lo tienen.



Figura 10. Vista superior de los cilindros
Fuente: Massey Ferguson, Allende, Nuevo León, 2018

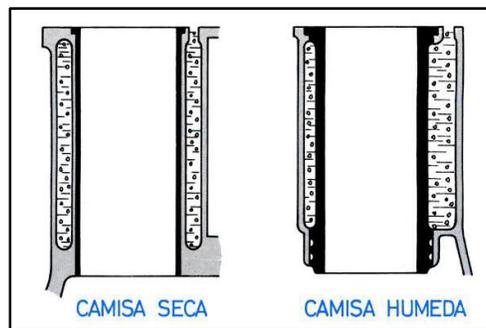


Figura 11. Camisas
Fuente: Tractores y Motores Agrícolas, 2005

Las camisas húmedas, por estar en contacto directo con el agua de la refrigeración, llevan unas juntas de cierre que en la parte superior del cilindro suelen ser arandelas finas de cobre, y en la parte inferior unos anillo de goma (Fig. 11), que cierran herméticamente entre camisa y bloque, impidiendo las fugas de agua.

Llevar también el bloque unas perforaciones u orificios pequeños, alrededor de los cilindros, que sirven para dar paso al agua de refrigeración hacia la culata.

En la parte mas baja de los conductos de refrigeración, en uno de los costados del bloque, lleva un grifo para el vaciado del agua. El bloque, a un costado, lleva otros orificios por los que pasan las varillas empujadoras de la distribución. En su cara superior van costados unos espárragos que sirven para sujetar la culata.

- **COMPONENTES DEL CILINDRO**

COTAS DEL CILINDRO: Todo cilindro de un motor tiene una serie de características denominadas cotas del cilindro que, se desarrollará a cotinuación (Fig. 12).

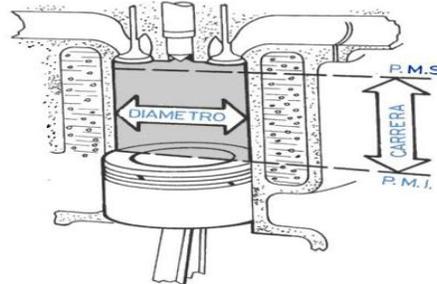


Figura 12. Carrera de un cilindro y sus cotas
Fuente: Tractores y Motores Agrícolas, 2005

PUNTO MUERTO SUPERIOR (PMS): Es el punto mas alto que alcanza la parte más alta del pistón en su recorrido por el interior del cilindro.

PUNTO MUERTO INFERIOR (PMI): Es el punto más bajo que alcanza la parte más alta del pistón en su recorrido por el interior del cilindro.

CARRERA: Es la distancia comprendida entre el PMS y el PMI (L).

DIÁMETRO: Es el diámetro interior del cilindro (D).

CILINDRADA: Es el volumen de aire comprendido dentro del cilindro entre PMD y el PMI. Se mide en centímetros cúbicos (cm³). La cilindrada de un motor se obtiene mediante la fórmula:

$$C = \pi * \left(\frac{D^2}{4}\right) * L * n$$

Fórmula 1. Fórmula para determinar la cilindra del tractor

Donde:

D: es el diámetro

L: la carrera

N: el número de cilindros del motor

CÁMARA DE COMPRESIÓN: Es el volumen existente entre la culata y la parte más alta del pistón cuando éste se encuentra en el PMS. A este pequeño volumen quedan reducidos el aire o los gases que entraron en el interior del cilindro durante el tiempo de admisión.

RELACIÓN DE COMPRESIÓN: Es la relación entre los volúmenes ocupados por el aire cuando el pistón está en el PMI y cuando el pistón está en el PMS (Fig. 13).

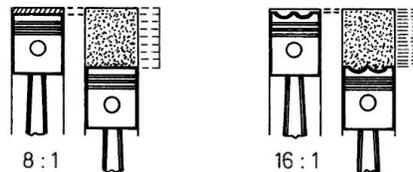


Figura 13. Relación de compresión

Fuente: Tractores y Motores Agrícolas, 2005

Teniendo en cuenta las definiciones anteriores, es la relación entre cilindrada más cámara de compresión y cámara de compresión.

$$\text{Relación de compresión} = \frac{\text{Cilindrada} + \text{cámara de compresión}}{\text{cámara de compresión}}$$

Fórmula 2. Fórmula para determinar la relación de compresión

En los motores Diésel esta relación de compresión está comprendida normalmente entre 15:1 y 18:1.

CULATA: Es la pieza (Fig. 14) que tapa los cilindros por su parte superior, es donde suelen colocarse las válvulas, las bujías, en los motores -Otto y los inyectores en los motores Diesel (Motores y Máquinas Agrícolas, 2012)

Tiene una serie de orificios que sirven para permitir el paso de:

- El agua de refrigeración.
- Las varillas empujadoras de la distribución.
- Los espárragos de sujeción al bloque.
- La entrada del aire de admisión.
- La salida de los gases del escape.



Figura 14. Vista superior de la culata
Fuente: Massey Ferguson, Allende, Nuevo León, 2018

Los tornillos de la culata se deben apretar muy bien, y una vez apretados se debe poner en marcha el tractor, para darles el apriete final con el motor caliente. El apriete de estas tuercas debe hacerse con llave dinamométrica. Esto para que sea más difícil que se quemé.

JUNTA DE CULATA: Dado que son dos piezas metálicas (culata y bloque) con una superficie de contacto relativamente grande y que, por otra parte, están sometidas ambas a altas temperaturas, sería muy difícil el conseguir un cierre hermético (Laguna, 2005).

Para lograrlo se recurre a la junta de culata (Fig. 15) que va colocada entre las dos piezas anteriormente citadas y aprisionada por ellas, no sólo aísla del exterior sino también entre los diversos cilindros contiguos y el resto de orificios que comunican el bloque con la culata.



Figura 15. Junta de la culata
Fuente: Massey Ferguson, Allende, Nuevo León, 2018

La junta no sólo aísla del exterior sino también entre los diversos cilindros contiguos y el resto de orificios que comunican el bloque con la cabeza.

TAPA DE BALANCINES: Va situada encima de la culata (Fig. 16) y sirve para proteger a los mecanismos de la distribución (eje de balancines, balancines, y válvulas). Es de chapa de

acero, y entre ella y la culata va colocada una junta de corcho o de goma para impedir la entrada de polvo y evitar las fugas del aceite del engrase. En algunos casos esta tapa lleva el orificio de llenado del aceite con su tapon correspondiente.



Figura 16. Vista superior de la tapa de los balancines

Fuente: Massey Ferguson, Allende, Nuevo León, 2018

PISTÓN: Es una pieza de aluminio (Fig. 17), cilíndrica, está unido al cigüeñal mediante el bulón y la biela. Se desplaza dentro del cilindro y recibe la fuerza de expansión de los gases durante la combustión.

El pistón, en su movimiento alternativo, ha de realizar las siguientes funciones:

- Transmitir esfuerzos a través de la biela y el cigüeñal.
- Realizar estanqueidad en el cilindro, tanto para los gases de combustión como para el aceite.
- Absorber parte del calor generado en la combustión y transmitirlo hacia la pared del cilindro.



Figura 17. Pistones del motor del tractor MF 285 Extra

Fuente: Massey Ferguson, Allende, Nuevo León, 2018

Arnal (2005), comenta que se pueden 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 otra ranura donde va el segmento rascador o de engrase. Entre la cabeza y 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 frenillos del bulón o de engrase (Fig. 18).



Figura 18. Pistón y denominaciones de sus partes
Fuente: Tractores y Motores Agrícolas, 2005

SEGMENTOS: Los segmentos son unos aros metálicos, elásticos y abierto que van en las ranuras del pistón. Pueden ser de dos tipos: de compresión y rascadores o de engrase.

Los segmentos de compresión (Fig. 19) 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 más alta, que es el que soporta la combustión, se le denomina segmento de fuego.

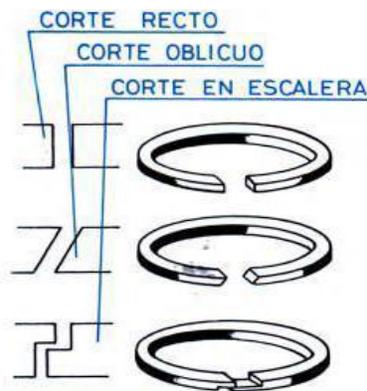


Figura 19. Diversos tipos de segmentos de compresión
Fuente: Tractores y Motores Agrícolas, 2005

BULÓN: (Perno, pasador o eje) es un eje de acero con el centro hueco que sirve para articular el émbolo a la biela y es el eje con respecto al cual oscila esta última. Es la pieza (Fig. 18) que más esfuerzo tiene que soportar dentro del motor.

Este pasador trabaja en condiciones de carga de signo variable en el proceso de cuatro tiempos y próximas a las de carga pulsante en caso del proceso de dos tiempos. Además, el bulón experimenta carga térmica debida a la transmisión de calor desde la cabeza del émbolo y al desprendimiento de aquél que se produce por el rozamiento del propio bulón con el pie de la biela y con los tetones del émbolo. Como resultado de esto se crean unas condiciones desfavorables para conseguir el rozamiento fluido. Debido a que el rozamiento es semifluido, el bulón y las superficies que están en contacto con él; los tetones del émbolo y del pie de la biela se desgastan mucho (Jóvaj y Máslov, 1985).

CIGÜEÑAL: El cigüeñal (Fig. 20) es una pieza de acero forjado que tiene por misión transformar el movimiento de vaivén del pistón en movimiento de giro.

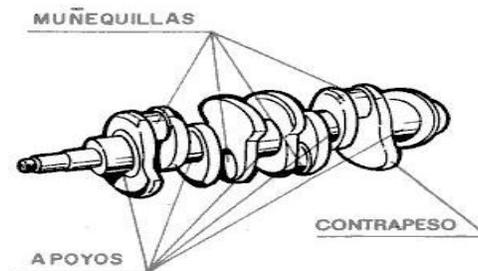


Figura 20. Partes de un cigüeñal
Fuente: Tractores y Motores Agrícolas, 2005

Las partes del cigüeñal que van alojadas en las cabezas de las bielas se llaman codos o muñequillas, y las partes por donde va sujeto al bloque se llaman apoyos los cuales constituyen el eje de giro de toda la pieza. El cigüeñal tiene tantas muñequillas como cilindros tiene el motor, y generalmente, tanto apoyos como número de muñequillas hay más uno, teniendo, por lo tanto, cada muñequilla un apoyo a cada lado, quedando de esta forma el cigüeñal firmemente sujeto al bloque del motor. En los apoyos, el cigüeñal gira sobre unos casquillos de antifricción, similares a los de la cabeza de biela, que se denomina cojinetes de biela, el cigüeñal lleva unas perforaciones interiores por las que circula el aceite del sistema de engrase. Dado que esta pieza gira a gran velocidad, y que las muñequillas están

distanciadas del eje de giro, lleva unos contrapesos opuestos a ellas con objeto de equilibrar perfectamente el conjunto, evitando así vibraciones y fuerzas extrañas que llegarían a provocar su rotura. El cigüeñal va sujeto en la parte superior baja del bloque por medio de los cojinetes de bancada, ya mencionados. En su extremo delantero lleva un engranaje con el que da movimiento a la distribución y a la bomba de inyección; también lleva una polea con la que mueve el ventilador y bomba de agua, y el alternador. En su extremo posterior lleva sujeto a él, por medio de tornillos, el volante

VOLANTE: Es una rueda metálica, bastante pesada, situada en el extremo posterior del cigüeñal (Fig. 21). Tiene por misión absorber inercia durante el tiempo en que la carrera global del motor dé saldo positivo para soltarla en los momentos en que la carrera global del motor dé saldo negativo (carrera global del motor igual a la suma de carreras de cilindros en trabajo, menos suma de carreras de cilindros en compresión, admisión y escape) (Arnal, P y Laguna, A. 2005).



Figura 21. Volante

Fuente: Massey Ferguson, Allende, Nuevo León, 2018

CARTER: Cerrando el bloque, por la parte inferior del motor, va un fondo que es el carter (Fig. 22), este fondo suele ser de fundición, aunque en algunos casos es de chapa de acero.



Figura 22. Carter. Lado derecho la junta del Carter

Fuente: Massey Ferguson, Allende, Nuevo León, 2018

Tiene por misión evitar la entrada de polvo y suciedad del exterior, protegiendo así a las piezas del motor y, además, sirve como depósito de aceite para el sistema de engrase. Va sujeto al bloque mediante tornillos, y entre ambas piezas se coloca una junta de corcho para evitar fugas de aceite. En la parte más baja lleva un tapón roscado que sirve para vaciar el aceite. (Fig. 23)

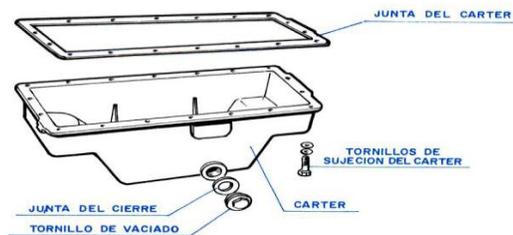


Figura 23. Descripción de las piezas del Carter
Fuente: Tractores y Motores Agrícolas, 2005

9. MANTENIMIENTO DEL TRACTOR

El mantenimiento preventivo es una actividad íntimamente ligada al buen funcionamiento de cualquier máquina, esto para una mejor conservación del equipo.

El mantenimiento preventivo se realiza en equipo en condiciones de funcionamiento, para que el tractor funcione siempre en perfectas condiciones y por mucho más tiempo. Además, evita pérdidas de dinero y de tiempo provenientes de roturas o desgaste prematuros (Manual Massey Ferguson, 2016).

¿Por qué dar mantenimiento?

Las razones o los fundamentos por los cuales se tiene que hacer el mantenimiento pueden ser resumidas en las siguientes categorías:

PREVENIR O DISMINUIR EL RIESGO DE FALLAS: Unas de las visiones mas básicas del mantenimiento es disminuir la frecuencia de fallas y sus consecuencias tal como es el caso de la empresa COMERCIALIZADORA SAN GERMAN SA DE CV, ubicada en la ciudad de Allende, Nuevo león.

RECUPERAR EL DESEMPEÑO: Con el uso de los equipos el desempeño se puede ver deteriorado por dos factores principales: Pérdida de capacidad de producción y/o aumento de costos de operación. Grandes ahorros se han logrado al usar éste como gatillo para el

mantenimiento, ya que a veces este factor es de dimensiones mayores a las fallas a evitar, ejemplos típicos incluyen: cambios de filtros de Diesel y aceite.

SEGURIDAD, AMBIENTE Y ASPECTOS LEGALES: Muchas tareas de mantenimiento están dirigidas a disminuir ciertos problemas que pueden acarrear, responsabilidades legales relativas a medio ambiente y seguridad. El valor de dichas tareas es difícil de evaluar. El uso de herramientas avanzadas de tecnologías en sistemas computacionales ha permitido en algunos casos evaluar la relación costo/riesgo y así determinar los intervalos óptimos de mantenimiento.

Más allá del diseño o año de fabricación, es importante el correcto uso y mantenimiento de sus partes fundamentales para lograr la mejor prestación de esta máquina.

10. LUBRICANTES RECOMENDADOS POR AGCO MEXICO PARA LA MARCA MASSEY FERGUSON

En una definición simple lubricar es suavizar o hacer resbaladizo. También, lubricar es «proporcionar una película suave o resbaladiza que separe dos piezas en movimiento para permitirles moverse suavemente una contra otra. En un enfoque técnico lubricar se define como el principio de soportar una carga deslizante sobre una película que reduce la fricción. El objetivo principal de la lubricación es vencer la fricción.

Massey Ferguson recomienda el cambio de aceite lubricante de motor a las primeras 100 horas de trabajo. Ya que es el tiempo que le productor le debe de hacer uso de trabajo duro.

Debe recordarse que el aceite cumple con dos funciones importantes, la lubricación de los movimientos disminuyendo el roce del metal-metal y la otra menos importante, la refrigeración de piezas que por construcción no pueden ser enfriadas por el sistema de refrigeración como el cigüeñal (Manual de Mantenimiento de tractores MASSEY FERGUSON, 2016).

A continuación, se muestra una tabla con las especificaciones de los lubricantes Massey Ferguson serie Classic:

Tabla 12. Lubricantes recomendados por parte de MASSEY FERGUSON

UNIDAD	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN	No. PARTE
Motor	Aceite	15W 40 CI-4	3184960N1
Transmisión e hidráulico	Aceite	400 B	3184819N1
Eje delantero 4wd	Aceite diferencial/reductores	SAE 90 API GL5	3184862N1
Sistema de enfriamiento	Anticongelante	50/50	3180910N1
Otros	Grasa de litio	NLGI 2	3184822N1

NOTA: Nunca arrojar aceite o fluidos directamente al medio ambiente. Es necesario recogerlos y llevarlos con el distribuidor. Los aceites pueden refinarse otra vez y, en último caso, incinerarse en rellenos industriales reglamentados por la ley, es necesario que el propietario conozca las leyes y normas de preservación del medio ambiente vigente (AGCO MEXICO).

10.1. ACEITE DE MOTOR 15W 40 CI-4

Aceite para motor a diésel Massey Ferguson 15W-40 API CI-4/SL, es recomendado para la lubricación de motores a diésel último modelo y anteriores de altas revoluciones, ya sean de aspiración natural o turbo-cargados. Lubricante multigrado de nueva generación formulado con aceites básicos vírgenes y un paquete de aditivos que satisfacen el más alto nivel de calidad y desempeño de los motores a diésel y gasolina. Recomendado para la lubricación de motores modernos y anteriores de 4 tiempos, aspiración natural o turbo-cargados, que trabajan en condiciones severas de operación donde el fabricante indique en su manual de mantenimiento el uso de un aceite de calidad API CI-4/SL.

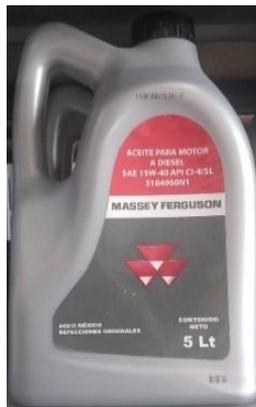


Figura 24. Aceite de Motor 15W 40 CI-4
Fuente: Massey Ferguson, Allende, Nuevo León, 2018

10.1.1. ESPECIFICACIONES DEL ACEITE DE MOTOR 15W 40 API CI-4/SL

W significa “Winter” (invierno), el aceite 15W 40 es más grueso en bajas temperaturas que en altas temperaturas. El número 15W realmente se refiere a la facilidad con la que el aceite puede ser bombeado en bajas temperaturas, mejores serán sus propiedades de baja viscosidad y el motor podrá ser arrancado a muy bajas temperaturas. Un aceite con SAE W bajo tendrá mejor fluidez. Por otra parte, los aceites multigrados cumplen con dos grados SAE y se puede utilizar con altas y bajas temperaturas. 15W 40 es la viscosidad del aceite es decir a temperatura de menos 15 a 40.

- **API CI-4/SL**

American Petroleum Institute (API), certificación americana.

CI-4/SL, se comenzó a utilizar en el 2002, para motores diésel de alta velocidad con ciclo de cuatro tiempos, diseñados para cumplir con las normas de emisiones de gases de escape del año 2004 implementadas en el año 2002. Los aceites CI-4 están formulados para mantener la durabilidad de gases de escape, y están diseñados para ser utilizados con combustibles diésel con un contenido en azufre de hasta 0.5% en peso. Puede utilizarse en lugar de aceites CD, CE, CF-4, CG-4 Y CH-4.

10.2. ACEITE DE TRANSMISIÓN E HIDRAULICO 400B

El aceite está desarrollado para lubricar el sistema hidráulico, las transmisiones, los mandos finales y los frenos inmersos en aceite (húmedos) de tractores y en general de todo tipo de maquinaria agrícola.

Los sistemas hidráulicos se utilizan en innumerables aplicaciones industriales, sea como transmisores de fuerza o como elementos de control.

Podemos dar como ejemplo las prensas hidráulicas, elementos hidráulicos de máquinas herramientas, en transmisión hidráulica, etc. La correcta elección del aceite a usar en un sistema hidráulico es muy importante para el buen funcionamiento del mismo, pues se obtendrá una más rápida aplicación de la carga, facilidad del control de la velocidad de aplicación de dicha carga y permitirá un rápido incremento o cambio de dirección de la fuerza.



Figura 25. Aceite de transmisión e hidráulico 400
Fuente: Massey Ferguson, Allende, Nuevo León, 2018

10.2.1. PROPIEDADES DEL ACEITE HIDRAULICO

VISCOSIDAD: Es un fenómeno debido al rozamiento interior entre las moléculas del fluido y del fluido con las tuberías. Es conocido el hecho de que la viscosidad varía con la temperatura, determinado que un aceite sea menos viscoso se lo calienta, espesándose cuando es enfriado, las unidades de la viscosidad son:

Sistema internacional

$$1 \text{ poise} = \frac{1 \text{ dina. segundo}}{\text{cm}^2} = P.s$$

$$10^5 \text{ dinas} = \text{Newton}$$

NOTA: la viscosidad es un fenómeno que solo se manifiesta si el líquido se encuentra en movimiento y está en función a la temperatura.

ÍNDICE DE VISCOSIDAD: La finalidad de este índice es medir la viscosidad de un fluido en relación a la variación de la temperatura. Si un líquido se hace muy viscoso a temperaturas bajas y muy fluido a temperaturas altas posee un índice de viscosidad muy bajo. Si la

viscosidad de un líquido se mantiene casi inalterable con los cambios de temperatura, su índice de viscosidad es muy alto (varia poco la viscosidad).

ESTABILIDAD A LA OXIDACIÓN: Esta propiedad da un índice de la resistencia del aceite a las deterioraciones químicas que se producen cuando se encuentran en presencia de aire, manifestándose generalmente en la formación de lodos perjudiciales. Los daños causados por la oxidación pueden interferir seriamente generando taponeos en las líneas y filtros siendo su operación engorrosa y costosa. El proceso de Oxidación se acelera con temperaturas altas y en situaciones donde el aceite está sometido a continua agitación.

DEMULSIBILIDAD: El agua que pudiera estar presente en estos sistemas es producida por la condensación de la humedad ambiente. Si el aceite posee buenas características de emulsibilidad, éste resistirá la formación de emulsión con el agua, separándose rápidamente de la misma para permitir su drenado desde el fondo del depósito. Debido al efecto corrosivo del agua sobre los metales, una buena emulsibilidad es una propiedad necesaria en los aceites para sistemas hidráulicos, permitiendo prolongar la vida útil del equipo.

PUNTO DE INFLAMACIÓN: Esto es, la temperatura a la cual un aceite produce gases suficientes que se encienden por un momento si se expone a una llama.

PUNTO DE COMBUSTIÓN: La temperatura a la cual no solamente se enciende, sino que continúa quemándose. Hacia el extremo opuesto en la escala de las temperaturas se halla una propiedad que se conoce como punto de escurrimiento, y esto es especialmente importante en situaciones de temperaturas muy bajas.

PUNTO DE ESCURRIMIENTO: El Punto de Escurrimiento es la temperatura mínima en la cual un aceite se vuelve tan espeso que deja de fluir.

10.3. ACEITE DIFERENCIAL

Lubricante formulado con básicos altamente refinados y un paquete de aditivos que protegen a los engranes contra la herrumbre, corrosión y oxidación. Contienen aditivos de extrema presión (EP), para soportar las altas cargas y temperaturas, presentes en los diferenciales (Massey Ferguson, 2016).

BENEFICIOS

- Elimina el sobrecalentamiento y posible soldadura de partes metálicas.
- Características EP, para soportar altas cargas en servicios severos, alargando la vida del diferencial.
- Reduce los gastos de operación y mantenimiento por su protección lubricante en largos periodos de cambio.

APLICACIÓN

Se recomiendan para la lubricación de los engranes de los diferenciales de automóviles, camiones de carga, de pasajeros y agrícolas, así como en transmisiones manuales, mandos finales y reductores de velocidad, que trabajen en condiciones severas de operación.



Figura 26. Aceite diferencial / reductores SAE 90 API GL5
Fuente: Massey Ferguson, Allende, Nuevo León, 2018

10.4. PUNTOS DE LUBRICACIÓN CON GRASA DE LITIO Eje delantero de tracción sencilla

- Articulación central del eje delantero tracción sencilla – todos (1 Fig. 27).



Figura 27. Articulación eje central delantero tracción sencilla
Fuente: Massey Ferguson, Allende, Nuevo León, 2018

- Pernos maestros del eje delantero simple tracción - todos (punto de engrase en cada lado) (2 Fig. 11-4).

- Mazas del eje, engrasar en cada rueda (3 Fig. 28).

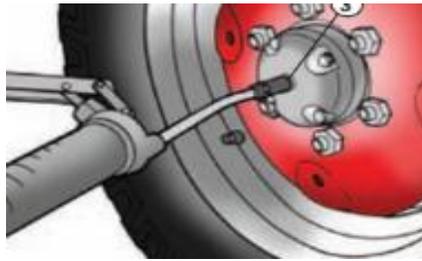


Figura 28. Ruedas del tractor

Fuente: Manual del operador Massey Ferguson, 2016

Sistema hidráulico

Brazos niveladores o intermedios (1) y brazos de tercer punto (2) con 2 puntos de engrase (1 Fig. 29).

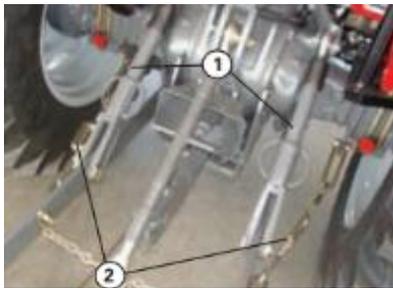


Figura 29. Brazos niveladores y barra de tercer punto

Fuente: Massey Ferguson, Allende, Nuevo León, 2018

Puntos generales del tractor

- Pedal del embrague y eje del embrague
- Pedal de los frenos eje de los frenos
- Cilindro de dirección
- Toma de fuerza

11. MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN DEL TRACTOR

Tabla 13. Mantenimiento diario

INTERVALOS DE MANTENIMIENTO	DESCRIPCIÓN	REVISAR	LIMPIAR	CAMBIAR	LUBRICAR	AJUSTAR	RELLENAR	DRENAR
DIARIAMENTE	Nivel de aceite del motor	X						
	Tanque de combustible						x	
	Filtro y sedimentador							x
	Válvula expulsora del filtro de aire		x					
	Ajuste del embrague	X						
	Ajuste de los frenos	X						
	Presión de las llantas	X						
	Instrumentos y luces	X						

Tabla 14. Mantenimiento del tractor semanalmente

INTERVALOS DE MANTENIMIENTO	DESCRIPCIÓN	REVISAR	LIMPIAR	CAMBIAR	LUBRICAR	AJUSTAR	RELLENAR	DRENAR
SEMANALMENTE	Aceite hidráulico y de transmisión	x						
	Tensión de la banda del ventilador	x						
	Aceite de dirección hidrostática	x						
	Holgura del pedal de embrague	x						
	Apriete de la llanta	x						

11.1. SERVICIO A LAS 100 HORAS DE TRABAJO

Tabla 15. Mantenimiento del tractor a las 100 horas

INTERVALOS DE MANTENIMIENTO	DESCRIPCIÓN	REVISAR	LIMPIAR	CAMBIAR	LUBRICAR	AJUSTAR	RELLENAR	DRENAR
PRIMER SERVICIO A LAS 100 HORAS DE TRABAJO	Aceite de motor			x				
	Filtro de aceite de motor			x				
	Prefiltros de combustible			x				
	Filtro de combustible			x				
	Dispersante						x	

Procedimiento del mantenimiento de motor

Efectuar las operaciones anteriores de mantenimiento diario y semanal, más las siguientes:

Lubricación del motor

Con el tractor nivelado y el motor apagado

- A través de la varilla, revise el nivel que debe estar entre las marcas de MIN y MÁX. (1 Fig. 30).
- Si está por debajo de la marca de mínimo (MIN), completar con el aceite recomendado a través de la boquilla (2 Fig. 30).

NOTA: Nunca dejar que el nivel de aceite quede debajo de la marca de MINIMO ni arriba de la marca de MÁXIMO de la varilla.

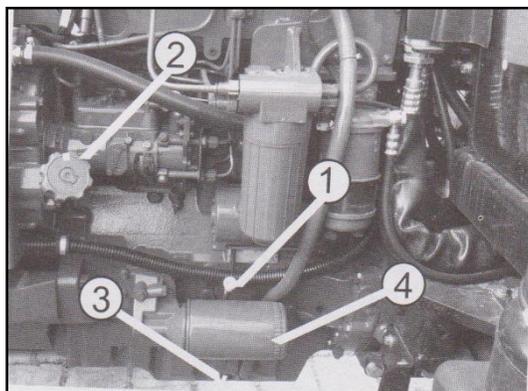


Figura 30. Lubricación del motor, cambio de filtro y aceite

Fuente: Manual del operador Massey Ferguson, 2016

Cambio de filtro y del aceite lubricante

Con el tractor nivelado, limpio y el motor en temperatura normal de funcionamiento efectuar lo siguiente:

- Vaciar todo el aceite a través del tapón (3 Fig. 30), ejecutar los tres pasos siguientes para después, rellenar el Carter de aceite hasta la marca MAX.
- Retire el filtro de aceite (4 Fig. 30).
- Tras haberse agotado todo el aceite, debe de observar el estado del anillo de sellado, para ver si debe ser reemplazado.
- Aplicar una leve capa de aceite limpio en el anillo de sellado del filtro nuevo y reinstálelo.
- Una vez llenado el Carter de aceite, poner en marcha el motor y no acelerarlo, observar la luz de aviso de presión del aceite, que debe apagarse tras el arranque, de lo contrario, apagar el motor.

Sistema de combustible

- Revisar el vaso sedimentador del filtro de combustible (Fig. 31) en caso de tener agua o impurezas, en caso de tener las impurezas drenarlo

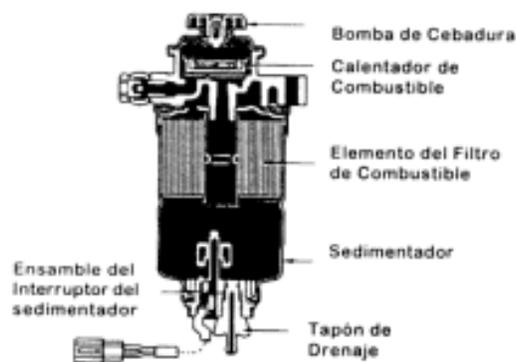


Figura 31. Filtro de combustible y sedimentador
Fuente: Manual del operador Massey Ferguson, 2016

Limpieza del sistema de combustible

- Colocar un contenedor debajo del filtro para poder recuperar el combustible perdido.
- Limpiar totalmente la superficie de la base del filtro. En necesario abrir la válvula de drenado que se encuentra debajo de la cubierta del filtro para poderlo limpiar correctamente, usar llave de cincho, para remover presionar el elemento filtrante (5 Fig. 32), contra el resorte de presión y girar hacia la izquierda.
- Colocar un nuevo elemento dentro de la cubierta (4 Fig. 32), presionar hacia abajo y girar hacia la derecha.
- Colocar el sello de la cubierta por dentro y revisarla (3 Fig. 32).
- Cerrar la válvula.

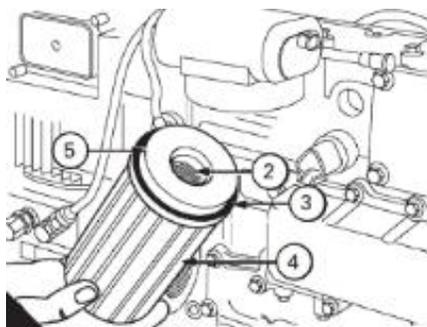


Figura 32. Elemento filtrante

Fuente: Manual del operador Massey Ferguson, 2016

11.2. SERVICIO A LAS 250 HORAS, 750 HORAS, 1250 HORAS, 1750 HORAS

Tabla 16. Mantenimiento en intervalos de 250 horas

INTERVALOS DE MANTENIMIENTO	DESCRIPCIÓN	REVISAR	LIMPIAR	CAMBIAR	LUBRICAR	AJUSTAR	RELLENAR	DRENAR
250 horas 750 horas 1250 horas 1750 horas	Aceite de motor			x				
	Filtro de aceite de motor			x				
	Pre-filtro de combustible			x				
	Filtro de combustible			x				
	Dispersante						x	
	Filtro de succión de hidráulico y transmisión	x						
	Filtro de retorno			x				
	Aceite eje delantero y mandos finales	x						
	Aceite de los mandos finales traseros	x						
	Batería			X				

Junto con el mismo procedimiento del mantenimiento de las 100 horas descrito anteriormente, realizar lo siguiente:

Limpieza del filtro de succión de transmisión y sistema hidráulico

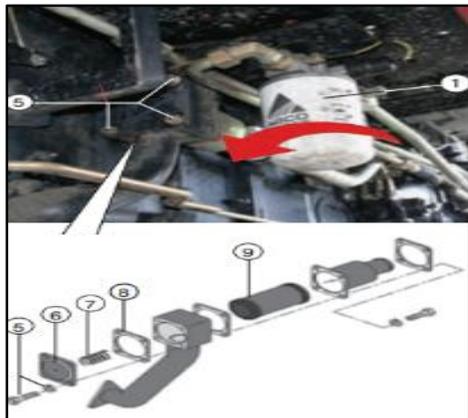


Figura 33. Filtro de succión de transmisión e hidráulico
Fuente: Manual del operador Massey Ferguson, 2016

- Remover los cuatro tornillos y arandelas, la tapa y el resorte (5,6,7 respectivamente), remover la unión (8) para ser sustituida.
- Tirar el filtro criba (5) hacia afuera, limpiar el filtro criba con en aceite diésel, en caso de tener algún daño la criba, sustituirlo
- Una vez terminado a lo anterior volver a instalar de nuevo, volver a suministrar aceite hasta llegar a la marca MAX de la varilla.

Cambio de filtro de retorno

- Quitar los tronillos para retirar la cubierta
- Retirar el filtro (1 Fig. 33) de retorno girando a la izquierda, rellenar con aceite hidráulico nuevo hasta $\frac{3}{4}$ del filtro nuevo.
- Lubricar el anillo de sellado para instalar el filtro, para así colocarlo.

Mantenimiento y cuidados de la batería

- La batería con la que se equipan los tractores Massey Ferguson serie Classic está exenta de mantenimiento. Solo hay que mantenerla limpia, revisar periódicamente y la limpieza de los bordes:

- Al tener que retirar la batería del tractor, desconectar el cable negativo y luego el positivo.
- Limpiar las terminales con lija y cepillo de acero, instalar nuevamente la batería, revisando de no invertir los cables, instalar primero el cable para después la terminal.

11.3. SERVICIO A LAS 500 HORAS Y 1500 HORAS

Tabla 17. Mantenimiento de 500 y 1500 horas

INTERVALOS DE MANTENIMIENTO	DESCRIPCIÓN	REVISAR	LIMPIAR	CAMBIAR	LUBRICAR	AJUSTAR	RELLENAR	DRENAR
500 horas	Aceite de motor			x				
	Filtro de aceite de motor			x				
	Pre-filtro de combustible			x				
	Filtro de combustible			x				
	Dispersante						X	
1500 horas	Aceite hidráulico y de transmisión			x				
	Filtro de succión de hidráulico y transmisión		x					
	Filtro de retorno			x				
	Aceite eje delantero y mandos finales			x				
	Aceite de los mandos finales traseros			x				
	Filtro de la bomba Ferguson							

Con el mismo procedimiento de las 100 horas y 250 horas realizar lo siguiente, cambiar el aceite del eje delantero mandos finales y el aceite de los mandos finales traseros:

- El tractor debe estar en la temperatura normal de funcionamiento, para drenar el aceite a través del tapón (1 Fig. 34), reinstale el tapón (2 Fig. 34), con aceite ya recomendado por AGCO México. Hacer lo mismo con el otro reductor.

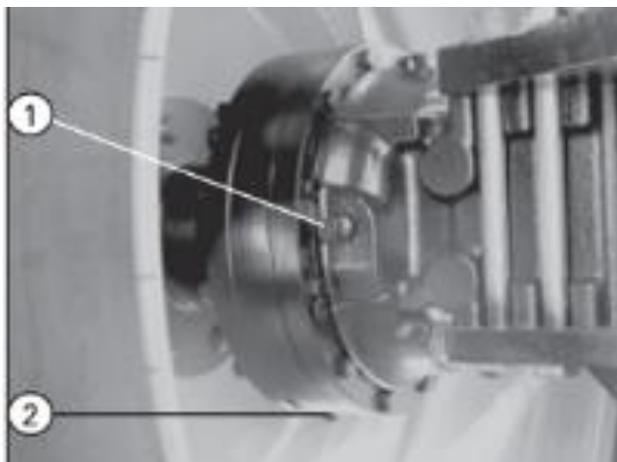


Figura 34. Reductores y mandos finales
Fuente: Manual del operador Massey Ferguson, 2016

11.4. SERVICIO GENERAL DEL TRACTOR, 1000 HORAS Y 2000 HORAS

Tabla 18. Tabla para un mantenimiento general

INTERVALOS DE MANTENIMIENTO	DESCRIPCIÓN	REVISAR	LIMPIAR	CAMBIAR	LUBRICAR	AJUSTAR	RELLENAR	DRENAR
Mantenimiento general	Aceite de motor			x				
	Filtro de aceite de motor			x				
	Pre-filtro de combustible			x				
	Filtro de combustible			x				
	Dispersante						X	
	Filtro de aire primario			x				
	Filtro de aire secundario			x				
	Líquido refrigerante			x				
	Aceite hidráulico y transmisión			x				
	Filtro de succión de hidráulico y transmisión			x				
	Filtro de retorno			x				
	Filtro de la bomba Ferguson			x				
	Aceite eje delantero y mandos finales			x				
	Aceite de los mandos finales traseros							

Realizar los procedimientos de los servicios de mantenimiento ya mencionados anteriormente, junto con ello realizar lo siguiente:

Sistema de filtrado de aire

La vida del motor depende esencialmente del filtrado de aire. Por eso, se debe efectuar correctamente el mantenimiento (Massey Ferguson, 2016). Este sistema tiene una función muy importante pues a través de él pasan decenas de metros cúbicos de aire a cada hora,

cargados de suciedades. Estas suciedades, en caso de penetración en el motor, causan graves e irreversibles daños.

Elemento primario

Es importante saber que el elemento primario no se debe limpiar, si se enciende una luz de aviso de restricción reemplace elemento. (3 Fig. 35)

Soltar las trabas y retire la tapa, retirar el elemento principal tirándolo hacia afuera y girándolo levemente.



Figura 35. Filtro principal e secundario
Fuente: Manual del operador Massey Ferguson, 2016

Elemento secundario

El elemento secundario tampoco debe limpiarse, debe cambiarlo cada 1000 horas.

Retire la tapa y elemento primario (4 Fig. 35), instale un elemento nuevo.

12. COMPARACIÓN DE MANTENIMIENTO DE LA MARCA JOHN DEERE MODELO 5415.

Tabla 19. Mantenimiento JOHN DEERE, Modelo 5415

Actividad	10 h.	50 h.	100 h.	250 h.	500 h.	1000 h.	2000 h.
Ajuste de la fricción del acelerador de mano.							
Limpieza del cartucho primario del filtro de aire.							
Comprobación del nivel de refrigerante.	X						
Comprobación del nivel del aceite del motor.	X						
Llenado del depósito de combustible y añadido de acondicionador diésel.	X						

Vaciado del agua y los sedimentos del depósito de combustible.	X						
Revisión del separador de agua.	X						
Revisión de las paredes del radiador y la limpieza del enfriador de aceite.	x						
Revisión del nivel de aceite de la transmisión-sistema hidráulico.		X					
Revisión del huelgo del pedal del embrague.		X					
Comprobación de la carrera de la palanca de la TDF.		X					
Revisión de todos los neumáticos y sus presiones de inflado.		X					
Engrase del pasador de pivote del eje frontal.		x					
Engrase de los bulones de articulación de la dirección (TDM).		X					
Engrase del enganche de 3 puntos.		X					
Cambio del aceite motor y el filtro.			x	x2			
Inspección del tractor en busca de tornillería floja.				x3			
Cambio del filtro de combustible.				X			
Revisión del electrolito de la batería.		x4		X			
Lubricación de los árboles de dirección (tracción 2 ruedas).		x5		X			
Revisión del nivel de aceite del tren de planetarios (TDM).				X			
Comprobación del nivel de aceite del eje de TDM.				X			
Limpieza del respiradero del eje de TDM.				X			
Revisión del sistema de seguridad del arranque.				X			
Sustitución del filtro de la transmisión-sistema hidráulico			x		x		
Lubricar los rodamientos de la rueda del eje frontal (tracción 2 ruedas)		x1			x		
Lubricar de los rodamientos del eje trasero.					x		
Comprobar la correa del ventilador.					x		
Revisar el rendimiento del indicador de obstrucción del filtro de aire.					x		
Limpiar la cazoleta del separador de agua.					x		
Cambiar los cartuchos filtrantes de aire primario y secundario.						x2	
Comprobar el estado de la válvula descargadora.						X	
Cambiar el aceite de transmisión/hidráulico.						X	
Limpiar la malla filtrante de la transmisión/hidráulica.						X	
Cargar de grasa los rodamientos de las ruedas delanteras (tracción 2 ruedas).					x1	X	
Revisar el huelgo axial del eje frontal (tracción 2 ruedas).						X	
Cambiar el aceite del tren de planetarios (TDM).			x			X	
Cambiar el aceite del eje de TDM.			x			X	
Ajustar el elevador hidráulico.						X	
Ajustar todas las abrazaderas de las mangueras y revisar las mangueras por si hay fugas.						X	
Limpiar el respiradero del cárter del motor.						X	
Cambiar el refrigerante del motor.							x3
Cambiar el termostato.							x
Ajustar el huelgo de las válvulas del motor.							x
Ajustar los inyectores de combustibles.							x
Revisar las velocidades de ralentí del motor.							x

¹ En caso de uso continuado

² Si el combustible diésel tiene más de un 0,7% de azufre, reduzca a la mitad el intervalo de mantenimiento.

³ Inspección en las ruedas cada 10 h. durante las primeras 100 h. y después cada 250 h.

⁴ Bajo condiciones climáticas cálidas

⁵ Bajo condiciones de humedad o con barro o cargas extremas (pala cargadora frontal)

13. CONCLUSIONES

La información del presente manual de mantenimiento preventivo permite conocer toda la información técnica que nos garantizará un óptimo rendimiento del tractor agrícola.

Se especifica los intervalos de tiempos necesarios para llevar un mantenimiento adecuado, así mismo se describe el procedimiento de todas las actividades que se deben de realizar.

Se explica la importancia del mantenimiento preventivo, con el propósito de conocer el equipo de conocer los sistemas del tractor y funcionamiento de cada uno de ellos.

Con la implementación de este manual los costos operativos para el tractor se verán reducidos, aumentando así la productividad de las personas.

14. RECOMENDACIONES

Para mejorar las actividades dentro de un taller es necesario practicar las 5´S.

Es muy importante realizar los servicios de mantenimiento de acuerdo a los intervalos que establece la Empresa MASSEY FERGUSON, esto para evitar un mantenimiento correctivo y pérdidas económicas.

Un tractor agrícola es una inversión considerable a la cual debemos y podemos sacar todo su partido posible durante toda su vida útil y eso se consigue con el mantenimiento preventivo y algunas acciones muy simples como el engrasado, limpiar y pintar, cambio de piezas rotas o desgastadas, guardar la maquinaria y equipo agrícola bajo techo.

Con una tasa de disponibilidad

Con una adecuada planificación del mantenimiento del tractor permite evitar paros imprevistos por averías incrementando así la productividad.

15. ANEXOS

La empresa COMERCIALIZADORA SAN GERMAN SA DE CV, ofrece venta y servicios de mantenimiento de la marca MASSEY FERGUSON, para ser válida la garantía de 2 años o a las 2000 horas de trabajo del equipo, es necesario que los servicios de mantenimiento sean realizados en la misma comercializadora

Dentro de la sucursal SAN GERMAN, yo como practicante estuve en área de servicios como encargado de realizar las ordenes de mantenimiento para los tractores, inventarios de equipos, altas de equipos en la página de AGCO MEXICO, ordenes de salida y entrada de equipos para la sucursal, para dar de alta al tractor y hacer registro tanto en sucursal como en planta AGCO MEXICO, se debe seguir los siguientes pasos:

1. Registrar el tractor en el sistema ASPEL SAE, este es un programa que se usa internamente para llevar un registro contable por parte de la sucursal, para que nos dé el número de cliente del productor.
2. Registrar el tractor en planta AGCO MEXICO, para registrar el equipo es necesario contar con el número de serie del chasis, número de motor y todos los datos del cliente.
3. Dentro de la plataforma Aspel para buscar el cliente se busca con el número de cliente mencionado en el paso 1. Se le hace primero una cotización para dar el precio al productor en caso de que el precio este muy elevado se le hace una consideración de descuento por los servicios que ha realizado o por ser el primer servicio con la empresa.
4. Una vez realizado el mantenimiento, es necesario que el cliente entregue la cuponera de horas de mantenimiento realizado para que el mecánico lo firme para poder registrar la cuponera en planta AGCO MEXICO.

COMERCIALIZADORA SAN GERMAN, S.A. DE C.V.



MASSEY FERGUSON

Domicilio fiscal
 Calle: CARRETERA FEDERAL LIBRE VICTORIA-MATAMOROS KM. 5.1, Col. FRACC. GRANJAS CAMPESTRES, CP. 87024, VICTORIA, TAMAULIPAS, MEXICO

Lugar de expedición
 Calle: CARRETERA FEDERAL LIBRE VICTORIA-MATAMOROS KM. 5.1, Col. FRACC. GRANJAS

R.F.C. : CSG10092757

COTIZACIÓN No. : 0000001136

Fecha 20/08/2018

Cliente: (377) CLIENTE MOSTRADOR
 Calle: CARR. FEDERAL LIBRE VICTORIA -MATAMOROS KM. 5.1, Col. GRANJAS CAMPESTRE, CP. 87024, VICTORIA, VICTORIA, TAMAULIPAS, RFC: XAXX010101000

Vendedor : 31
Enviar a:

Cantidad	Clave	Descripción	% Desc	PIU	Importe
1.00	3184835N1	ACEITE DE MOTOR 15W40 CH	0.00		
1.00	V836679586	FILTRO DE MOTOR 2685 90 95 CHALLENGER	0.00		
1.00	036530R1	FUEL ELEMENT	0.00		
1.00	1896287N81	FILTRO DIESEL SERIE 400 Y 500	0.00		
1.00	3184865N1	DISPERSANTE DIESEL	0.00		
1.00	TD107	TRASLADO DE MECANICO	0.00		
1.00	TA.1250	MANT. PREVENTIVO 1250 HORAS TRACTOR MF	0.00		
1.00	MATD	MATERIALES DIVERSOS DE LIMPIEZA D	0.00		

Subtotal

Descuento

Desc. Fin.

I.E.P.S.

I.V.A.

Total

Figura 36. Ejemplo de una orden de servicio de mantenimiento con el programa ASPEL

16. BIBLOGRAFIA

- Arnal, P. y Laguna, A. (2005). Generalidades del tractor. En P. Arnal y A. Laguna (Eds.). *Tractores y motores agrícolas*. España: Ediciones mundi-prensa.
- Rangel, P y Ocampo, M; J. (2012). Los tractores agrícolas de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*.
- M.S. Jóvaj y G.S. Máslov. *Motores de automóvil*. Editorial Pueblo y Educación, (1985).
Domingo, F, (2008). Almería. *Motores y máquinas agrícolas*.
- Manual del operador, serie classic, 2016. Teoría y práctica del mantenimiento industrial. F. Monchy. MASSON, S.A. Barcelona (1990)*.
- Alvarado Chaves, A. (2004). *Maquinaria y mecanización agrícola*. San José, Costa Rica: Editorial EUNED.
- Gilard, Jaime. (1977). *Reparación de motores de tractores agrícolas*. San José: Editorial IICA.
- Rodríguez Guerra, Carmen. (2014). *Mantenimiento, preparación y manejo de tractores*. España: Editorial ELEARNING S.L.
- Murillo García, Napoleón. (1987). *Tractores y maquinaria agrícola*. 2° edición (Corregida y Aumentada). San José, Costa Rica: Editorial EUNED.
- Murcia, G., Rivera, J, y Pintón, N. (2006). *Administración de maquinaria agrícola para el manejo sostenible de los suelos en el valle cálido del alto Magdalena*. Colombia: Editorial Produmedios.
- Escalante Pastor P. (1999). *Diseño e implementos del programa de mantenimiento preventivo en tractores agrícolas*. Escuintla, Guatemala.
- Massey Ferguson. (2016). Manual del operador- Serie Classic.