

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR - JOSÉ MIGUEL CARRERA

MANUAL DE MANTENIMIENTO DE 500 HRS. MOTOR MTU SERIE 4000 20V
C23

**Trabajo de titulación para optar al
Título de Técnico Universitario en
Mecánica Automotriz**

Alumno:

Felipe Alonso Moraga Muñoz

Profesor guía:

Mario Gonzales Sánchez

2019

RESUMEN

KEYWORDS: MINERÍA – MANTENIMIENTO – MOTOR DIESEL

El presente trabajo de título impartido en cuatro capítulos está basado en la descripción del mantenimiento de 500 horas de un motor MTU serie 4000 20V C23 aplicación C&I.

Capítulo 1: Tipos de mantenimiento y descripción de actividades de MP de 500 horas.

En este capítulo se definen los tipos de mantenimiento existentes, los cuales son mantenimiento correctivo, mantenimiento preventivo y mantenimiento predictivo. También se realiza una descripción de todas las actividades presentes en un mantenimiento de 500 horas, destacando principalmente el motivo por el cual se realiza cada actividad.

Capítulo 2: Pruebas operacionales, mantenimiento de sistema de admisión y sistema de escape.

En este capítulo se encuentran explicadas las pruebas operacionales que se deben realizar antes de comenzar el mantenimiento del motor.

Se describe el mantenimiento al sistema de admisión y al sistema de escape, identificando sus componentes y definiendo cada una de las tareas presentes en estas actividades.

Capítulo 3: Mantenimiento de sistema de combustible, sistema de lubricación y sistema electrónico.

En este capítulo se describe el mantenimiento al sistema de combustible, sistema de lubricación y sistema electrónico, identificando sus componentes y definiendo cada una de las tareas presentes en estas actividades.

Capítulo 4: Manual operativo de mantenimiento a motor MTU serie 4000 20V C23

Este capítulo es un manual práctico en donde se explica cómo se deben realizar las diferentes tareas presentes en un mantenimiento de 500 horas. Se indican las herramientas, el procedimiento, los insumos y los elementos de protección personal necesarios más el proceso detallado de cada tarea.

ÍNDICE

Introducción 1

Objetivos 2

 Objetivo general 2

 Objetivos específicos 2

Capítulo 1: Tipos de mantenimiento y descripción de actividades de MP de 500 horas..... 3

1.1 Tipos de mantenimiento 4

 1.1.2. Clasificación: 4

 1.1.3 Mantenimiento correctivo..... 4

 1.1.4. Mantenimiento Preventivo..... 5

 1.1.5. Mantenimiento predictivo..... 6

1.2. Descripción de MP 9

 1.2.1. Mantenimiento de 500 Horas..... 9

 1.2.3. Tareas del mantenimiento de 500 horas 9

 1.2.4 Descripción de tareas 10

Capítulo 2: Pruebas operacionales, mantenimiento de sistema de admisión y sistema de escape..... 15

2.1. Pruebas operacionales 16

 2.1.1. Pruebas funcionales 16

 2.1.2. Pruebas de potencia 16

 2.1.3. Prueba de potencia por ECU..... 17

 2.1.4. Prueba de potencia por EMU..... 19

2.2. Mantenimiento del sistema de admisión 21

 2.2.1. Inspección y decantado de caja ciclónica 21

 2.2.2. Cambio de filtros de aire primario, secundario..... 23

 2.2.3. Inspección de turbos y descarga de turbo 24

 2.2.4. Inspección de ductos de admisión y múltiple de admisión..... 26

- 2.2.5 Inspección de intercooler 27
- 2.3. Mantenimiento sistema de escape 28
 - 2.3.1. Inspección de manifold de escape.....28
 - 2.3.2. Inspección turbina (Turbo) 30
 - 2.3.3. Inspección a bellows 31
 - 2.3.4. Inspección de ductos de escape.....31
- Capítulo 3: Mantenimiento de sistema de combustible, sistema de LUBRICACIÓN y sistema electronico 32
 - 3.1 Mantenimiento del sistema de combustible 33
 - 3.1.1. Toma de muestras de combustible.....33
 - 3.1.2. Cambio de filtros de combustible primario, secundario y Parker.....34
 - 3.1.3. Cebado del sistema de combustible 35
 - 3.1.4. Inspección de bomba de transferencia y bomba HP de combustible.....36
 - 3.1.5. Inspección de circuito de alta presión 37
 - 3.1.6. Inspección circuito de retorno.....38
 - 3.2. Mantenimiento a sistema de lubricación 40
 - 3.2.1 Toma de muestra de aceite.....40
 - 3.2.2. Cambio de aceite de motor y estanque de reserva (Reserver) 41
 - 3.2.3. Mantenimiento a filtros centrífugos, filtro malla y filtros canister 43
 - 3.2.4. Inspección de circuito de aceite 46
 - 3.3. Inspección de sistema electrónico 46
- Capítulo 4: Manual operacional de mantenimiento a motor MTU serie 4000 20v c23 aplicación c&i... 50
 - 4.1. Sistema de admisión.....51
 - 4.1.1 Cambio de filtros de aire 51
 - 4.1.2 Inspección a múltiples de admisión 54
 - 4.2. Sistema de escape.....56
 - 4.3. Sistema de combustible.....59
 - 4.3.1 Toma de muestra de combustible 59
 - 4.3.2. Cambio de filtros secundarios.....61
 - 4.3.3. Cambio de filtros primarios 62

4.3.4.	Cambio de filtro Parker.....	63
4.3.5.	Cebado de sistema de combustible	65
4.3.6.	Inspección de bombas y circuito de alta y baja presión de combustible	67
4.4	Sistema de lubricación	68
4.4.1.	Toma de muestras de aceite:	68
4.4.2	Drenado de Aceite de motor	69
4.4.3.	Abastecimiento con aceite de motor y reserver	71
4.4.4.	Mantenimiento a filtros centrífugos, filtro malla y filtros canister.....	73
4.4.5.	Lavado y armado de filtro centrífugo	76
4.4.6.	Lavado de filtro malla y filtros canister.....	77
4.4.7.	Montaje de componentes	78
4.5.	Elementos de protección personal.....	79
	Conclusiones y recomendaciones	82
	Bibliografía	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1.	Funcionamiento caja ciclónica	22
Figura 2-2.	Filtros de aire primario y secundario	23
Figura 2-3.	Turbocompresor	24
Figura 2-4.	Ubicación descarga de turbo	25
Figura 2-5.	Múltiples de admisión	27
Figura 2-6.	Intercooler y tapa lateral	28
Figura 2-7.	Segmento de manifold de escape C23	29
Figura 2-8.	Manifold de escape C23	30
Figura 2-9.	Turbina	30
Figura 2-10.	Bellow	31
Figura 3-1.	Filtros de combustible	35
Figura 3-2.	Cebador manual en cabezal de filtros secundarios	36
Figura 3-3.	Bomba de transferencia y ubicación de acusete	37
Figura 3-4.	Bomba de combustible HP	38
Figura 3-5.	Circuito de alta presión de combustible	39
Figura 3-6.	Circuito de retorno de combustible	40
Figura 3-7.	Pipeta para toma de muestra de aceite en filtro automático	42
Figura 3-8.	Indicaciones para cambio de aceite	42
Figura 3-9.	Autorización aceite Shell Rimula R4	43
Figura 3-10.	Diagrama estanque reserva	44
Figura 3-11.	Filtro malla y ubicación de alojamiento	45
Figura 3-12.	Filtro centrífugo	46
Figura 3-13.	Filtro canister	46
Figura 3-14.	Arnés X2 de sensores	49
Figura 3-15.	Arnés X4 de termocuplas	49
Figura 3-16.	Conexiones de arnés en ECU	50
Figura 4-1.	Ubicación de plataforma móvil	53
Figura 4-2.	Decantador automático	53
Figura 4-3.	Filtros de aire primario y secundario	54
Figura 4-4.	Múltiple de admisión	55

Figura 4-5.	Interior de múltiple de admisión contaminado con sílice	56
Figura 4-6.	Ubicación descarga de turbo	57
Figura 4-7.	Manifold de escape	58
Figura 4-8.	Turbocompresor	58
Figura 4-9.	Bellows	59
Figura 4-10.	Puntos de extracción de muestras de combustible	61
Figura 4-11.	Filtros de combustible secundarios	62
Figura 4-12.	Filtros de combustible primarios	63
Figura 4-13.	Cambio filtro Parker	65
Figura 4-14.	Filtro Parker	65
Figura 4-15.	Despiche de cabezal de filtro Parker y filtros promarios	67
Figura 4-16.	Despiche de cabezal de filtros secundarios y cebador manual.	68
Figura 4-17.	Punto de extracción de muestra de aceite	69
Figura 4-18.	Punto de drenado aceite de cárter	71
Figura 4-19.	Drenado de reserver	71
Figura 4-20.	Ducto de abastecimiento de aceite de motor	72
Figura 4-21.	Punto de abastecimiento reserver	73
Figura 4-22.	Filtros centrífugos	76
Figura 4-23.	Filtro malla y filtro canister	76
Figura 4-24.	Desarme de rotor	77
Figura 4-25.	Desmontaje canister	78
Figura 4-26.	Filtro de malla lavado	79
Figura 4-27.	EPP uso permanente	80
Figura 4-28.	EPP de trabajo en altura	81
Figura 4-29.	EPP protección manos	81
Figura 4-30.	EPP protección respiratoria	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1.	Valores promedio en potencia motor MTU serie 4000 20V C23	18
Tabla 2-2.	Parámetros específicos de prueba de potencia por ECU	19
Tabla 2-3.	Registro de valores en prueba de potencia por EMU	20
Tabla 3-1.	Sensores y actuadores arnés X2	48

SIGLAS Y SIMBOLOGIA

Siglas

MTU:	Motoren und turbinen union
ECU:	Engine Control Unit
EMU:	Engine Monitoring Unit
SAM:	Service Automation Modul
CMDIC:	Compañía minera Doña Inés de Collahuasi
MP:	Mantenimiento Programado
C&I:	Construcción e Industrial
HP:	High pressure

Simbologías

mm:	Milímetros
Volts:	Voltaje
T°:	Temperatura
P°:	Presión
°C:	Grados Celsius
Mbar:	Milibar
Kw:	Kilowatts
Rpm:	Revoluciones por minuto
Krpm:	kilo rpm

V.V: Válvula

20V: 20 cilintros en V

INTRODUCCIÓN

El mantenimiento en un equipo es una de las actividades de mayor importancia a lo largo de su vida útil, es una actividad fundamental para poder garantizar que una maquina o equipo logre cumplir el tiempo de funcionamiento y rendimiento para el cuál fue diseñado

En la industria minera en donde los equipos trabajan a gran altura geográfica y condiciones climáticas adversas con gran polución, su vida útil se ve inevitablemente reducida, por lo cual es de suma importancia que el equipo cumpla el total de su tiempo de funcionamiento. Es en este punto donde el mantenimiento cumple su rol fundamental, puesto, que al aplicar el correcto plan de mantenimiento a un equipo ejecutando sus actividades en el tiempo preciso y de la forma correcta, se logra alcanzar el máximo rendimiento y el cumplimiento total del tiempo de trabajo que le fue designado para operar en dichas condiciones. Para esto se utilizan tres tipos de mantenimiento. Mantenimiento predictivo, el cual permite evitar fallas mediante la evaluación continua del equipo. Mantenimiento preventivo, el cual por medio de un plan define los tiempos de intervención al equipo para evitar fallas. Y el mantenimiento correctivo el cual se enfoca a la reparación inmediata cuando falla un componente del equipo.

Es por esto, por lo que al presentarse continuamente personal nuevo, con conocimiento básico del motor en las instalaciones donde se realizan los mantenimientos a los motores MTU serie 4000 20V C23. Surge la necesidad de reunir y sintetizar los conocimientos necesarios para orientar y guiar a un técnico al cumplimiento preciso de un mantenimiento de 500 horas en un motor de estas características. De esta forma poder cumplir con la importancia del mantenimiento.

Si bien el mantenimiento realizado de forma correcta no garantiza el máximo rendimiento del equipo, cuando el operador de este no esta capacitado para su uso, pudiendo generar fallas prematuras en términos de funcionamiento y correcta operación.

A continuación, se presenta el mantenimiento de 500 horas que se realiza a un motor MTU serie 4000 20V C23 aplicación minera, el cual trabaja a una altitud de 4800 msnm. En condiciones de bajas temperaturas y ambiente de alta polución. Identificando sus diferentes sistemas, actividades y el desarrollo de cada una de estas.

OBJETIVOS

Objetivo general

Generar una herramienta que aporte a los nuevos técnicos las indicaciones necesarias para realizar de forma correcta un mantenimiento de 500 horas en un motor MTU serie 4000 20V C23 aplicación C&I.

Objetivos específicos

Definir las herramientas e insumos necesarios que los técnicos deben utilizar para el cumplimiento de cada tarea contemplada en una MP de 500 horas en un motor MTU serie 4000 20V C23 aplicación C&I.

Detallar el modo de proceder del técnico para el desarrollo de cada una de las tareas presentes en una MP de 500 horas en un motor MTU serie 4000 20V C23 aplicación C&I.

Establecer los protocolos de seguridad aplicables al momento de desarrollar cada tarea contemplada en una MP de 500 horas en un motor MTU serie 4000 20V C23 aplicación C&I.

Definir los diferentes sistemas del motor y el mantenimiento que se debe realizar a cada uno de ellos.

CAPITULO 1: **TIPOS DE MANTENIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE**
ACTIVIDADES DE MP DE 500 HORAS.

1.1 TIPOS DE MANTENIMIENTO

1.1.2. Clasificación:

Aunque podrían establecerse diferentes clasificaciones del mantenimiento, atendiendo a las posibles funciones que se le atribuyan a éste, así como la forma de desempeñarlas, tradicionalmente se admite una clasificación basada más en un enfoque metodológico o filosofía de planteamientos, que, en una mera relación de particularidades funcionales asignadas, que – como se ha visto – depende de muy diversos factores. Desde esta perspectiva, pueden distinguirse los siguientes tipos de mantenimiento:

- Mantenimiento Correctivo
- Mantenimiento Preventivo
- Mantenimiento Predictivo

Ninguno de los tipos anteriores se utiliza de forma exclusiva, sino que, en aras de la rentabilidad de la explotación, se impone practicar una adecuada combinación de los tipos anteriores, realizando lo que se ha venido a llamar mantenimiento planificado. Esto consiste, en definitiva, en efectuar una correcta selección de las plantas o de los equipos a los que se va a aplicar cada uno de los tipos de mantenimiento anteriores. Seguidamente se hace una descripción de cada uno de los tipos enunciados.

1.1.3 Mantenimiento correctivo

En este tipo de mantenimiento, también llamado mantenimiento “a rotura” (breakdown maintenance), sólo se invierte en los equipos cuando el fallo ya se ha producido. Se trata, por tanto, de una actitud pasiva, frente a la evolución del estado de los equipos, a la espera de la avería o fallo.

A pesar de que por su definición pueda parecer una actitud despreocupada de atención a los equipos, lo cierto es que este tipo de mantenimiento es el único que se practica en una gran cantidad de industrias, y en muchas ocasiones esta está plenamente justificado, especialmente en aquellos casos en los que existe un bajo coste de los componentes afectados, y donde los equipos son de naturaleza auxiliar y no directamente relacionados con la producción.

En otros casos, cuando el fallo de los equipos no supone la interrupción de la producción, ni siquiera afecta la capacidad productiva de forma instantánea, las reparaciones pueden ser llevadas a cabo sin perjuicio de ésta. En estos casos el coste derivado de la aparición

de un fallo imprevisto en el equipo es, sin lugar a duda, inferior a la inversión necesaria para poner en práctica otro tipo de mantenimiento más complejo.

En este sentido conviene indicar que, incluso en aquellas instalaciones industriales que disponen de sofisticados planes de mantenimiento, existe generalmente un porcentaje de equipos en los que se realiza exclusivamente este tipo de mantenimiento.

Esta filosofía de mantenimiento no requiere ninguna planificación sistemática, por cuanto no se trata de un planteamiento organizado de tareas. En el mejor de los casos puede conjugarse con un entretenimiento básico de los equipos (limpieza y engrase generalmente) y con una cierta previsión de elementos de repuesto, especialmente aquellos que sistemáticamente deben ser sustituidos. Sin embargo, adoptar esta forma de mantenimiento supone asumir algunos inconvenientes respecto de las máquinas y equipos afectados entre los que pueden citarse:

- Las averías se producen generalmente de forma imprevista, lo que puede ocasionar trastornos en la producción, que pueden ir desde ligeras pérdidas de tiempo, por reposición de equipo o cambio de tarea, hasta la parada de la producción, en tanto no se repare o sustituya el equipo averiado.
- Las averías, al ser imprevistas, suelen ser graves para el equipo, con lo que su reparación puede ser costosa.
- Las averías son siempre, en mayor o menor medida, inoportunas, por lo que la reparación de los equipos averiados puede llevar más tiempo del previsto, ya sea por ausencia del personal necesario para su reparación, o ya sea por la falta de los repuestos necesarios.
- Por tratarse de averías inesperadas, el fallo podría venir acompañado de algún siniestro, lo que obviamente puede tener consecuencias muy negativas para la seguridad del personal o de las instalaciones.

1.1.4. Mantenimiento Preventivo

Como ya se he indicado, la finalidad última del mantenimiento industrial es asegurar la disponibilidad de los equipos e instalaciones industriales, para obtener un rendimiento óptimo sobre la inversión total, ya sea de los sistemas de producción, como de los equipos y recursos humanos destinados al mantenimiento de estos.

El mantenimiento preventivo supone un paso importante para este fin, ya que pretende disminuir o evitar, en cierta medida, la reparación mediante una rutina de inspecciones periódicas y la renovación de los elementos deteriorados, lo que se conoce como “las tres erres del mantenimiento”. Si la segunda y la tercera no se realizan la primera es inevitable.

En las inspecciones se procede al desmontaje total o parcial de la máquina con el fin de revisar el estado de sus elementos, reemplazando aquellos que se estime oportuno a la vista del examen realizado. Otros elementos son sustituidos sistemáticamente en cada inspección, tomando como referencia el número de operaciones realizadas o un determinado periodo de tiempo de funcionamiento.

El éxito de este tipo de mantenimiento depende de la correcta elección del periodo de inspección. Un periodo demasiado largo conlleva el peligro de la aparición de fallos entre dos inspecciones consecutivas, en tanto que un periodo demasiado corto puede encarecer considerablemente el proceso productivo. El equilibrio se encuentra como solución de compromiso entre los costes procedentes de las inspecciones y los derivados de las averías imprevistas. Si bien los primeros pueden ser suficientemente cuantificados, la evaluación de los segundos no es tarea fácil, por lo que la determinación del punto de equilibrio aludido es difícil y suele ajustarse en función de la propia experiencia.

El grave inconveniente que presenta la aplicación exclusiva de este tipo de mantenimiento es el coste de las inspecciones. El desmontaje y la revisión de una máquina que está funcionando correctamente o la sustitución de elementos (lubricante, rodamientos, etc.) que no se encuentran en mal estado, se nos antoja innecesario. Por otra parte, sea cual sea el periodo de inspección fijado, no se elimina por completo la posibilidad de una avería imprevista, si bien cuanto menor sea dicho periodo, en mayor grado se reducirá este peligro. Por lo tanto, el periodo de inspección se fija, en cualquier caso, asumiendo, en alguna medida, la posibilidad de la aparición de averías imprevistas durante el intervalo comprendido entre dos inspecciones consecutivas.

Un tipo de mantenimiento que también puede considerarse preventivo es aquel, sin llegar al desmontaje de los equipos, se ocupa de forma periódica de realizar las tareas propias de lo que se suele llamar entretenimiento de los equipos, es decir, engrase y cambio de lubricantes, limpieza, sustitución periódica de ciertos elementos vitales del equipo, etc. Aunque a todos los efectos se trata de un mantenimiento preventivo, se le suele denominar mantenimiento rutinario, con le fin de distinguirlo del anterior.

1.1.5. Mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo, también conocido como mantenimiento según estado o según condición, surge como respuesta a la necesidad de reducir los costos de los métodos tradicionales – correctivo y preventivo – de mantenimiento. La idea básica de esta filosofía de mantenimiento parte del conocimiento del estado de los equipos. De esta manera es posible, por un lado, reemplazar los elementos cuando realmente no se encuentren en buenas condiciones operativas, suprimiendo las paradas por inspección

innecesarias y, por otro lado, evitar las averías imprevistas, mediante la detección de cualquier anomalía funcional y el seguimiento de su posible evolución.

La aplicación del mantenimiento predictivo se apoya en dos pilares fundamentales:

- La existencia de parámetros funcionales indicadores del estado del equipo.
- La vigilancia continua de los equipos.

La mayoría de los componentes de las máquinas avisan de alguna manera de su fallo antes de que éste ocurra. Por lo tanto, si mediante el seguimiento de los parámetros funcionales adecuados es posible detectar prematuramente el fallo de algún componente de la máquina, se podrá asegurar el correcto funcionamiento de la misma, observar su evolución y predecir la vida residual de sus componentes. El conjunto de técnicas que se ocupan del seguimiento y examen de estos parámetros característicos de la máquina se conoce como Técnicas de Verificación Mecánica.

Entre las ventajas más importantes que reporta este tipo de mantenimiento, pueden citarse las siguientes:

- Detectar e identificar precozmente los defectos que pudieran aparecer sin necesidad de parar y desmontar la máquina.
- Observar aquellos defectos que sólo se manifiestan sobre la máquina en funcionamiento.
- Seguir la evolución del defecto hasta que se estima que es peligroso.
- Elaborar un historial del funcionamiento de la máquina, a través de la evolución de sus parámetros funcionales y su relación con cualquier evento significativo: parada, revisión, lubricación, reemplazo del algún elemento, cambio en las condiciones de funcionamiento, defectos detectados, etc.
- Programar la parada, para la corrección del defecto detectado, haciéndola coincidir con un tiempo muerto o una parada rutinaria del proceso de producción.
- Reducir el tiempo de reparación, ya que previamente se ha identificado el origen de la avería y los elementos afectados por la misma.
- Aislar las causas de los posibles fallos repetitivos, y procurar su erradicación.
- Proporcionar criterios para una selección satisfactoria de las mejores condiciones de operación de la máquina.
- Aumentar la seguridad de funcionamiento de la máquina, y en general de toda la instalación.

Sin embargo, una cosa es lo que predica la filosofía del mantenimiento predictivo, y otra es lo que realmente se puede esperar de su puesta en práctica. Las dificultades para su desarrollo pleno provienen de los mismos principios en los que basa, a saber:

En primer lugar, no existe ningún parámetro funcional, ni siquiera una combinación de ellos, que sea capaz de reflejar exactamente el estado de una máquina, indicando de forma inmediata, mediante la aparición de signos identificadores, la presencia de un defecto incipiente, y además para todos los defectos posibles.

En segundo lugar, no es viable una monitorización (o vigilancia continua) de todos los parámetros funcionales significativos para todos los equipos de una instalación. En la realidad el número de parámetros analizados en el programa de mantenimiento debe limitarse, así como la proporción de máquinas implicadas. Además, el termino vigilancia continua se flexibiliza hasta convertirlo en vigilancia periódica, reservando la monitorización sólo para aquellos equipos críticos en el proceso.

Como consecuencia de las limitaciones anteriores pueden presentarse los siguientes inconvenientes:

- Que el defecto se produzca en el intervalo de tiempo comprendido entre dos medidas consecutivas.
- Que un defecto no sea detectado con la medición y análisis de los parámetros incluidos en el programa.
- Que, aun siendo detectado un defecto, este no sea diagnosticado correctamente o en toda su gravedad.
- Que, aun habiéndose realizado un diagnóstico correcto, no sea posible programar la parada de la máquina en el momento oportuno y sea preciso asumir el riesgo de fallo.

1.2. DESCRIPCION DE MP

1.2.1. Mantenimiento de 500 Horas.

El mantenimiento del motor MTU serie 4000 20V C23 es determinado por las horas de operación del equipo y es realizado cada 250 horas.

Existen dos tipos, el mantenimiento de 250 horas y el mantenimiento de 500 horas, realizándose continuamente en la vida útil del motor,

Estos dos mantenimientos se diferencian por el tiempo que lleva su ejecución y por las intervenciones que se realiza al motor en cada uno, siendo el mantenimiento de 500 horas el más extenso y crítico en cuanto a las tareas que este posee e intervenciones que se realiza al motor.

En este informe nos enfocaremos en el mantenimiento de 500 horas nombrando cada una de sus tareas describiendo el porqué de su realización y la forma en cómo se deben ejecutar.

1.2.3. Tareas del mantenimiento de 500 horas

- Pruebas operacionales
- Pruebas funcionales
- Chequeo y registro de parámetros de motor
- Chequeo y registro de temperaturas de termocuplas Descarga de datos (Logfile)
- Bloqueo de energías (eléctrica, cinética, hidráulica)
- Toma de muestras de aceite y combustible
- Drenado de aceite de cárter, reserver, y abastecimiento
- Inspección de nivel de refrigerante y abastecimiento
- Decantado de cajas ciclónicas
- Cambio de filtros de aire
- Cambio de filtros de combustible (Primario, Secundario y Parker)
- Cebado del sistema de combustible
- Mantenimiento de filtros centrífugos, filtros canister y filtro malla
- Chequeo de tensión de la correa del fan

Inspecciones visuales del motor

- Sistema admisión
- Sistema escape
- Sistema refrigeración
- Sistema de lubricación
- Sistema de combustible
- Sistema electrónico
- Sistema de carga (alternador de 24 volts)

1.2.4 **Descripción de tareas**

Chequeo y registro de parámetros de motor

El chequeo y registro de parámetros de motor se realiza con una “prueba de potencia” en el equipo, la cual consiste en llevar a máxima potencia el motor en una prueba estacionaria. Con la herramienta de diagnóstico Diasys se conecta a la ECU del motor y se registran todos los parámetros, poniendo énfasis en valores críticos tales como presión de combustible, presión de refrigerante, presión de carga de aire, presión de cárter, rpm de turbo, potencia de motor. Esto se realiza debido a que, si el motor presenta alguna anomalía respecto a los valores normales de funcionamiento, esta se debe corregir en el desarrollo del mantenimiento.

Chequeo y registro de temperaturas de termocuplas

El chequeo y registro de temperaturas de termocuplas se realiza con una “prueba de potencia” en el equipo, la cual consiste en llevar a máxima potencia el motor en una prueba estacionaria. Con la herramienta de diagnóstico Diasys se conecta con la EMU del motor, que es quien monitorea las termocuplas. Y se registran todos los parámetros, poniendo énfasis en las temperaturas de cada unidad y sus respectivos límites. Esto se realiza debido a que, si el motor presenta alguna anomalía en sus valores respecto a sus límites, esto se debe corregir en el desarrollo del mantenimiento.

Pruebas funcionales

Las pruebas funcionales se realizan en secuencia de arranque y manteniendo el motor en ralentí, antes de las pruebas de potencia. Estas pruebas se realizan para comprobar el correcto funcionamiento de la bomba prelub, la cual se activa antes del arranque del motor, la bomba prefuel, la cual se activa junto con los motores de arranque y la bomba del estanque reserver, la cual se inspecciona con el motor en ralentí.

Bloqueo de energías

El bloqueo de energías se realiza con el fin de controlar las energías presentes en el equipo, bloqueando cada una de éstas, las energías presentes son Eléctrica, Cinética e Hidráulica. Para bloquear la energía eléctrica se bloquea en máster de baterías desenergizando motor y planta. La energía cinética se controla posicionando cuñas en las 3ra posición (neumático) del equipo. La energía hidráulica se bloquea de dos formas, despresurizando el sistema por parte de técnico autorizado.

Toma de muestras de aceite y de combustible

La toma de muestra de aceite se realiza tomando una muestra proveniente del filtro automático de aceite. Esto se realiza con el fin de generar un análisis tribológico al aceite del motor, controlando que el paquete de aditivos que posea sea el que corresponde al aceite analizado y que este aceite no se encuentre con altos niveles de contaminantes o agentes externos los cuales pueden evidenciar alguna falla en el motor.

Drenado y abastecimiento de aceite de motor y reserver

El drenado y abastecimiento del aceite del motor y del reserver se realiza con el fin de proteger los componentes expuestos a desgaste de tener un deterioro prematuro. El fabricante es quien indica el aceite que se puede utilizar en el motor e indica a las horas de funcionamiento que este debe ser reemplazado.

Inspección de nivel de refrigerante y abastecimiento

La inspección del nivel de refrigerante se debe realizar en todos los mantenimientos, dado que, si el equipo presenta alguna fuga de refrigerante de motor que no ha sido evidenciada, la disminución del nivel de éste lo indicará. Por ende, el problema se debe solucionar en el mantenimiento y abastecer el refrigerante perdido.

Decantado de cajas ciclónicas

Al estar el motor en funcionamiento, el ingreso de aire se realiza por la parte frontal de este donde se encuentran las cajas ciclónicas, las cuales contienen una gran cantidad de tubos los cuales al ingresar el aire por estos, generan un efecto de ciclón, el cual hace chocar las masas de aire con sus paredes liberando de esta manera la tierra, polvo o sílice que este contiene, quedando depositada en su interior o en los decantadores automáticos, los cuales van liberando tierra mediante se van llenando.

El decantado de las cajas ciclónicas se realiza ya que al estar constantemente liberando el aire de la sílice que este contiene, genera gran cantidad de polvo o sílice el cual al no ser retirado obstruye los decantadores automáticos, genera una mayor contaminación en el aire que se encuentra dentro de las cajas, provocando una saturación de los filtros de aire, lo que repercute posteriormente en el correcto funcionamiento del motor.

Cambio de filtros de aire

En las pruebas operativas realizadas previo al ingreso del equipo al mantenimiento se realiza la medición de la saturación de los filtros de aire, esto se obtiene realizando una medición de la depresión generada en el ducto de admisión entre caja de aire y turbo. Esta medición se realiza con un manovacuometro, donde el valor máximo debe ser de 70 in H₂O.

El cambio de filtros de aire se realiza si el resultado de la prueba de medición de saturación de los filtros de aire es mayor, igual o muy próximo a las 70 in H₂O. Debido a que su saturación es demasiado alta, lo cual en el tiempo puede provocar baja potencia en el motor, al no permitir el ingreso de una cantidad de aire adecuada.

Cambio de filtros de combustible (Primario, Secundario y Parker)

Los componentes del equipo tales como filtros, poseen un tiempo de trabajo para el cual fueron fabricados, este tiempo está regularizado en horas, considerando esto más

las condiciones en las cuales trabaja el motor, la empresa establece un mantenimiento preventivo determinando las horas a las cuales estos componentes se deben reemplazar, en este caso los filtros de combustible.

El cambio de filtros de combustible se realiza debido a que estos poseen un tiempo de operación en el equipo determinado por fabricante o plan de mantenimiento de la empresa, el pasar o exceder estas horas de funcionamiento del filtro provocarían falla en el correcto funcionamiento del motor.

Cebado sistema de combustible

El cebado del sistema de combustible se realiza debido a que al cambiar los filtros el sistema queda con aire en su interior el cual debe ser liberado. Esta actividad consiste en surtir de combustible el sistema por medio de una bomba manual que posee el motor, y a través de puntos específicos liberar el aire que se encuentra dentro de este. De esta manera se asegura un buen arranque del motor posterior al mantenimiento.

Mantenimiento de filtros centrífugos, filtros canister y filtro malla

En el sistema de lubricación los filtros no son reemplazados como en el sistema de combustible, si no, que son sometidos a mantenimiento y limpieza de sus componentes. No a todos los filtros se les realiza mantenimiento dado que el sistema cuenta con un filtro automático el cual es libre de mantenimiento, los filtros que se intervienen son filtros centrífugos, filtros canister y filtro malla.

El mantenimiento de estos componentes se realiza debido a que acumulan los contaminantes que posee el aceite. Y es una forma de controlar el funcionamiento y desgaste que posee el motor. Además, en el caso de los filtros centrífugos controlar su correcto funcionamiento.

Chequeo de tensión de la correa del fan y tensado de esta

La inspección de la tensión de la correa del fan se realiza cada 250 horas. Esta correa debe mantener una tensión de $42 \text{ Hz} \pm 2 \text{ Hz}$ si esta es re- tensada, en caso de ser correa nueva esta debe tener una tensión de $49 \text{ Hz} \pm 2 \text{ Hz}$.

El chequeo de la tensión de la correa se realiza debido a que si esta no se encuentra en los valores correctos no permitirá con correcto funcionamiento del fan, lo cual conlleva a un enfriamiento deficiente del motor.

Inspecciones visuales del motor

Es importante al momento de realizar un mantenimiento chequear todo el motor con el fin de advertir y prevenir fallas en este. Para esto se cuenta con una pauta de chequeos visuales en los cuales se deben revisar cuidadosamente los componentes de los diferentes sistemas y la estructura del motor.

Esto realiza para controlar cada uno de sus sistemas y el funcionamiento de sus componentes, que no se estén produciendo fallas prematuras o desgastes por factores externos. En caso de presentarse estos deben ser solucionados en el mantenimiento.

**CAPÍTULO 2: PRUEBAS OPERACIONALES, MANTENIMIENTO DE
SISTEMA DE ADMISIÓN Y SISTEMA DE ESCAPE.**

2.1. PRUEBAS OPERACIONALES

Al ingreso y salida de un equipo a mantenimiento se realizan pruebas operacionales, las cuales constan de pruebas funcionales, pruebas de potencia y descarga de datos, las cuales permiten generar una visión del estado y las condiciones del motor en funcionamiento.

2.1.1. Pruebas funcionales

Las pruebas funcionales son la verificación de funcionamiento de la bomba prelub, bomba prefuel y bomba del estanque reserver. Para verificar el funcionamiento de estos se debe dar arranque al motor y poner atención en la secuencia de arranque donde al iniciar esta comenzara a funcionar la bomba prelub, ésta al activarse emite un sonido característico de su funcionamiento y al momento de chequear el valor de la presión de aceite este aumenta hasta los 0.6 [bar], luego de alcanzar este valor, la bomba prelub dejara de actuar y entregará la señal que indique la activación de los motores de arranque y la bomba prefuel, la cual se debe comprobar verificando el sonido que emite la bomba al momento que se encuentra activa deteniéndose al momento en que de detienen los motores de arranque.

Para comprobar el correcto funcionamiento de la bomba del estanque reserver se debe ubicar el led indicador que esta posee el cuál se debe encontrar encendido en tres posibles condiciones. Parpadeo irregular, esta condición indica que la bomba del estanque reserver está aportando aceite al cárter del motor. Parpadeo regular, esta condición indica que la bomba del estanque reserver no se encuentra ni aportando ni quitando aceite al cárter de motor. Led encendido fijo, esta condición indica que la bomba del estanque reserver se encuentra quitando aceite al cárter del motor.

2.1.2. Pruebas de potencia

Para realizar las pruebas de potencia se utiliza la herramienta de diagnóstico DiaSys, programa el cual nos permite conectarnos y comunicarnos con los dispositivos controladores del motor ECU y EMU a través de un computador. El instrumento de medición de presión utilizado es un manovacuumetro digital, el cual permite medir presiones sobre la presión atmosférica y bajo de la misma.

La primera, es la prueba de potencia por ECU, se realiza para controlar parámetros críticos del motor como presiones, temperaturas y rpm de sistemas y componentes.

La segunda, es la prueba de potencia por SAM, es realizada para monitorear el comportamiento de la combustión por medio de las temperaturas de funcionamiento de cada unidad.

La tercera consiste en el chequeo de la saturación de filtros de aire, es realizada para controlar la saturación de los filtros de aire del motor y determinar su reemplazo.

Estas pruebas se realizan con el fin de dejar un registro de las condiciones como ingresa el motor a un mantenimiento y de cómo es enviado a trabajar luego de este.

De la misma forma las pruebas realizadas al inicio ayudan a advertir fallas o anomalías que posee el motor, las cuales deben ser solucionados en el mantenimiento.

2.1.3. Prueba de potencia por ECU

La prueba de potencia por ECU es una actividad que permite observar el comportamiento del motor a través de la información entregada por sus parámetros, también permite guardar esta información, otorgándonos así un registro de las condiciones en las cuales el motor se encuentra al momento de generar dicha prueba.

La ECU-7 que posee el motor controla una cantidad de 2371 parámetros de los cuales al realizar las pruebas de potencia nos enfocamos en un listado de 26 parámetros donde la criticidad se encuentra en las presiones del sistema.

De este listado de 26 parámetros al momento de realizar la prueba de potencia, la cual, para protección del equipo, no debe exceder los 60 segundos, se reduce la lista a parámetros más específicos, con estos parámetros se analiza el comportamiento de componentes y sistemas críticos en el funcionamiento del motor.

Valores promedio en potencia motor 20V 4000 C23		Liebherr	Repower
Descripción	Unidad	Valor en potencia	Valor en potencia
P_Lube_Oil_After_Filter (Presión de aceite después de los filtros)	bar	6,5	6,5
P_Coolant (Presión de refrigerante de motor)	bar	3,5	3,5
P_Fuel (Presión de combustible de transferencia)	bar	8,5	8,5
P_Charge_Air (Presión de carga de aire Turbos)	bar	2,2	2,2
P_HD_Common_rail (Presión de combustible de alta Riel)	bar	1810	1800
P_CrankCase (Presión de cárter)	mbar	0,5	0,5
P_Coolant_InterCooler (Presión de refrigerante intercooler)	bar	2,5	2,5
P_Ambient_Air (Presión de ambiente)	bar	0,6	0,6
T_Coolant (Tempratura refrigerante de motor)	°C	80	80
T_Charge_air (Temperatura de carga de aire Turbos)	°C	35	35
T_Fuel (Temperatura de combustible de transferecia)	°C	45	45
T_Intake_Air (Temperatura de aire ambiente)	°C	10	10
T_Coolant_InterCooler (Temperatura de refrigerante intercooler)	°C	40	40
T_Lube_Oil (Temperatura del aceite de motor)	°C	75	75
T_ECU (Temperatura de ECU)	°C	25	25
Engine_Power (Potencia de motor entregada)	Kw	2450	2500
Rated_Power (Limite de potencia)	Kw	2800	2800
Coil_Current_Demand (Consumo corriente solenoide VV Mod Comb)	A	1,2	1,2
Speed_Cranckshaft (Velocidad cigüeñal)	rpm	1820	1820
Engine_Speed_ECU (Velocidad de motor en ECU)	rpm	1820	1820
ETC_1_Speed (RPM turbo lado A)	Krpm	48	49
ECU Operating Hours	h	#	#
ECU Operating Minute	min	#	#
Actual Fuel Consupction	l/h	#	#
Total Fuel Consupction	l	#	#
Mean_Trip_Fuel	l/h	145	195

Tabla 2-1: Valores promedio en potencia motor MTU serie 4000 20V C23

Descripción	Sistema / Componente
P_lube_oil_after_filter	Sistema de lubricación / nivel de aceite, filtros de aceite
P_coolant	Sistema de refrigeración motor / bomba de refrigerante motor
P_Coolant_InterCooler	Sistema de refrigeración de aire / Bomba de refrigerante intercooler
P_fuel	Sistema de combustible de transferencia / Filtros de combustible, bomba de transferencia de combustible
P_charge_air	Sistema de admisión/ Filtros de aire, turbos
P_CrankCase	Sistema de lubricación / nivel de aceite, filtros canister
P_HD_common_rail	Sistema de combustible / Bomba de combustible
T_coolant	Temperatura de funcionamiento de motor
Engine_power	Potencia máxima entregada
Speed_crankshaft	Velocidad de motor entregada
ETC_1_speed	Sistema de admisión / Turbos

Tabla 2-2: Parámetros específicos de prueba de potencia por ECU

2.1.4. **Prueba de potencia por EMU**

La prueba de potencia por EMU es una actividad que permite observar el comportamiento de la combustión e inyectores a través de los valores entregados por las termocuplas ubicadas en cada culata, también permite guardar esta información, otorgándonos así un registro de las condiciones en las cuales el motor se encuentra al momento de generar dicha prueba.

La EMU que posee el motor permite monitorear las temperaturas de las 20 unidades del motor, identifica la temperatura máxima y mínima entre las 20 unidades monitoreadas, genera una media de las temperaturas monitoreas y determina los límites de temperaturas entre los que deben trabajar cada una de las unidades.

Con estos valores se puede determinar el comportamiento de la combustión en cada unidad y el comportamiento de sus inyectores. Al presentarse una alta temperatura de escape en una unidad, esto sucede por sobredosificación de combustible de un inyector por lo cual se precede a cambiar el inyector en dicha unidad. Al presentarse una baja temperatura de escape en una unidad, esto puede significar dos cosas, la primera es una mala conexión entre el arnés de inyectores y el inyector afectado y la segunda una baja dosificación de combustible. Situaciones a las cuales se da solución en el transcurso del mantenimiento.

Registro de valores en Prueba de potencia por EMU

Nombre Parámetro	Unidad	Fecha	Descripcion
Engine Speed	rpm	1806	Velocidad de motor
Engine Power	kw	2299,21	Potencia entregada
ECU Operating Hours	h	258	Horas de motor
T-Exhaust A1	degC	550,7	Temperatura de escape unidad A1
T-Exhaust A2	degC	530,64	Temperatura de escape unidad A2
T-Exhaust A3	degC	557,7	Temperatura de escape unidad A3
T-Exhaust A4	degC	533,51	Temperatura de escape unidad A4
T-Exhaust A5	degC	552,3	Temperatura de escape unidad A5
T-Exhaust A6	degC	542,1	Temperatura de escape unidad A6
T-Exhaust A7	degC	542,1	Temperatura de escape unidad A7
T-Exhaust A8	degC	550,07	Temperatura de escape unidad A8
T-Exhaust A9	degC	529,69	Temperatura de escape unidad A9
T-Exhaust A10	degC	525,21	Temperatura de escape unidad A10
T-Exhaust B1	degC	550,7	Temperatura de escape unidad B1
T-Exhaust B2	degC	549,74	Temperatura de escape unidad B2
T-Exhaust B3	degC	568,23	Temperatura de escape unidad B3
T-Exhaust B4	degC	544,64	Temperatura de escape unidad B4
T-Exhaust B5	degC	563,46	Temperatura de escape unidad B5
T-Exhaust B6	degC	549,11	Temperatura de escape unidad B6
T-Exhaust B7	degC	538,6	Temperatura de escape unidad B7
T-Exhaust B8	degC	563,13	Temperatura de escape unidad B8
T-Exhaust B9	degC	534,45	Temperatura de escape unidad B9
T-Exhaust B10	degC	542,41	Temperatura de escape unidad B10
T-Exhaust Max	degC	568,23	Temperatura de escape máxima
T-Exhaust Min	degC	525,21	Temperatura de escape mínima
U1L T° escape	degC	614,04	Límite 1 de temperatura de escape máxima
L1L T° escape	degC	465,53	Límite 1 de temperatura de escape mínima
U2L T° escape	degC	714,04	Límite 2 de temperatura de escape máxima
L2L T° escape	degC	448,58	Límite 2 de temperatura de escape mínima

Tabla 2-3: Registro de valores en prueba de potencia por EMU

2.2. **MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE ADMISIÓN**

El sistema de admisión de aire es el sistema encargado de proveer aire limpio a una velocidad y temperatura acorde a la necesidad del régimen del motor. Se compone de las siguientes partes:

- Caja ciclónica
- Filtro de aire primario
- Filtro de aire secundario
- Ductos de admisión
- Compresor (Turbo)
- Intercooler
- Múltiples de admisión
- Codos de admisión

El mantenimiento al sistema de admisión de aire del motor se realiza para verificar el estado de los diferentes componentes que lo forman y comprobar el correcto funcionamiento de cada uno de estos. Se constituye de las siguientes actividades:

2.2.1. **Inspección y decantado de caja ciclónica**

Esta inspección es principalmente visual, se revisa la estructura de la caja ciclónica cuidando que esta no posea deformaciones o roturas producto de algún impacto que pudo recibir. Es importante ya que en este punto se realiza el pre filtrado del aire que ingresa al sistema el cual por medio del efecto ciclón formado en diferentes ductos diseñados para esto en su interior, es capaz de llegar a separar hasta el 97% de partículas presentes en las corrientes del aire, antes de ingresar a los filtros.

El efecto ciclón se produce debido a unas aspas integradas en el tubo que direccionan el aire al interior por donde se inicia un giro ciclónico, las partículas contaminantes que posee el aire, principalmente sílice, al ser más pesadas e impactar con las paredes internas del tubo caen hacia un vaso contenedor y luego por medio de una válvula el particulado es enviado de vuelta al exterior. La válvula no es capaz de liberar el 100% de los contaminantes que recibe el vaso contenedor por lo cual cada 250 horas, es decir en cada mantenimiento de deben decantar las cajas ciclónicas, para esto se retira el vaso contenedor y se debe limpiar el interior de cada una de las cajas del exceso de particulado que ha sido liberado durante el trabajo de filtrado del aire.



*Ingreso de aire a tubo por
aspas*

Separación de contaminantes

Acopio en vaso contenedor

Fuente: Mantenimiento de los filtros de aire SSG (Video)

Figura 1-1: Funcionamiento caja ciclónica

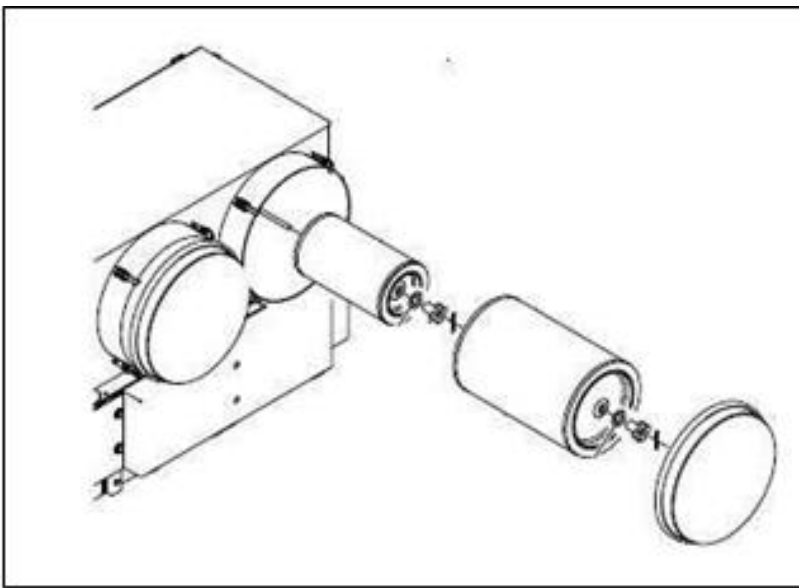
2.2.2. Cambio de filtros de aire primario, secundario.

El aire luego de pasar por la caja ciclónica continua por la estructura y se encuentra con los filtros de aire primario y secundario. El filtro de aire primario, el cual posee un mayor diámetro, es el encargado de filtrar el aire que ingresara al motor retirando toda partícula de contaminante que no haya sido liberado luego de pasar el aire por la caja ciclónica. El filtro de aire secundario, de menos diámetro, es un filtro de seguridad el cual retiene los contaminantes que logren pasar el filtro primario.

Al momento de cambiar los filtros de aire se debe realizar una inspección y limpieza a los asentamientos que estos poseen, comprobando que no existan deformaciones ni roturas que puedan producir el ingreso de aire contaminado al motor.

Se debe inspeccionar el interior de los ductos de admisión, para comprobar que no exista presencia de contaminante en estos. En el caso que se encuentre contaminante en el ducto de admisión, esto alerta inmediatamente de alguna anomalía en el asentamiento de los filtros de aire o en la estructura de la caja ciclónica.

Estos filtros de aire se reemplazan en cada mantenimiento de 500 horas, garantizando de esta manera el ingreso de una correcta masa de aire para el funcionamiento del motor.



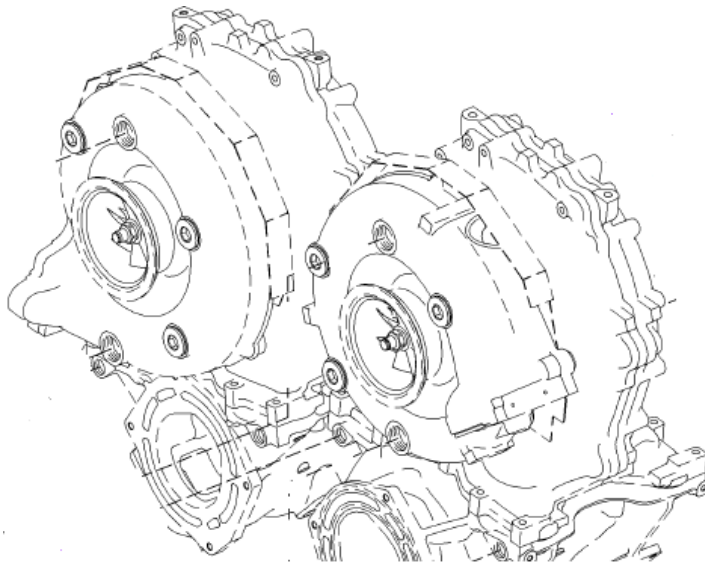
Fuente: Manual de partes 20V4000C23/5282010688

Figura 1-2: Filtros de aire primario y secundario

2.2.3. Inspección de turbos y descarga de turbo

El turbocompresor es el encargado de suministrar a la admisión la masa de aire adecuada con la presión que el sistema requiere para una correcta combustión. La inspección de los turbos es una actividad visual en donde se verifica que la estructura del compresor de aire se encuentre en condiciones de funcionamiento sin daños ni anomalías, los puntos a inspeccionar son:

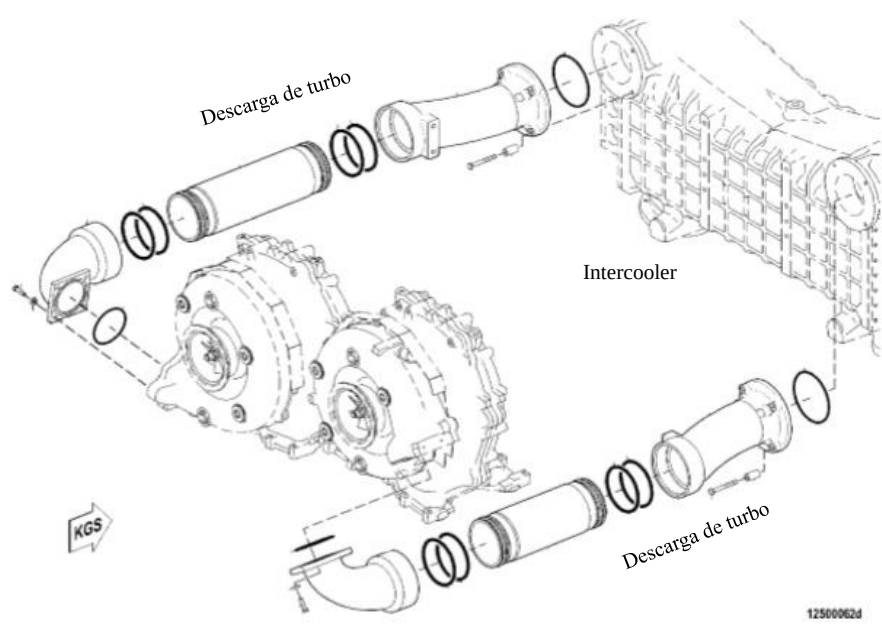
- Espárragos de sujeción de carcasa, que no se encuentren cortados, el número de espárragos cortados no debe superar los 8, superando esta cantidad se debe cambiar el componente.
- Que no exista presencia de fugas de refrigerante por conexiones de ingreso y salida en carga ni por tapones de sellado.
- Que no exista daño estructural en compresor de aire.



Fuente: Manual de partes 20V4000C23/5282010688

Figura 1-3: Turbocompresor

La descarga de turbo es un ducto que comunica el aire desde la salida del compresor hacia el ingreso del enfriador de aire (intercooler). Para la inspección de las descargas de turbo se debe retirar uno de los dos extremos de esta, ya sea la salida del compresor de aire o el ingreso al intercooler. Con un paño limpio verificar su interior para comprobar que no exista presencia de contaminante, como lo es el sílice, aceite o refrigerante. En caso de presencia de alguno de estos contaminantes, se deberá evaluar la falla en el mantenimiento y dar solución en el mismo al problema.



Fuente: Manual de partes 20V4000C23/5282010688

Figura 1-4: Ubicación descargas de turbo

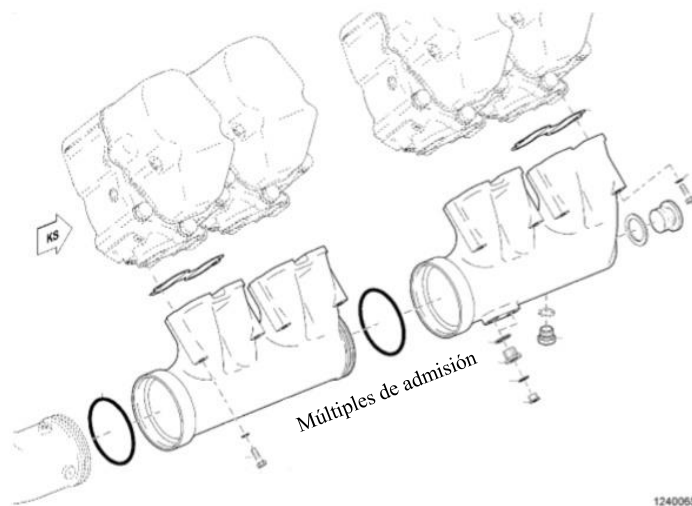
2.2.4. Inspección de ductos de admisión y múltiple de admisión

Los ductos de admisión son los encargados de transportar el aire filtrado desde las cajas ciclónicas hasta la admisión de los turbocompresores, estos ductos poseen uniones de goma afianzadas con abrazaderas metálicas y selladas con silicona, lo cual genera la posibilidad que se pueda producir alguna filtración de aire contaminado en su extensión. Poseen tres tensores los cuales permiten que mantengan su posición. Su inspección corresponde a las siguientes actividades:

- Inspección estructural de los ductos y uniones de goma, verificar que no presenten roturas y que las uniones de goma se encuentren selladas con silicona en sus ambos extremos. De esta forma prevenir filtraciones de aire contaminado.
- Inspección de las abrazaderas metálicas de fijación de las uniones de goma, se debe visualizar que no se encuentren sueltas ni cortadas, debido a que esto puede producir que el sello de silicona se deteriore y se genere una filtración de aire contaminado.
- Inspección de los tensores que poseen los ductos de admisión, dado que los tensores son los que permiten que el ducto mantenga su posición en todo momento, se debe verificar que estos se encuentren en buenas condiciones estructurales, no se encuentren cortados o fuera de posición, debido a que si estos fallan el ducto de admisión se encontrara expuesto a vibraciones y movimientos los cuales pueden producir rotura en su estructura como la de sus uniones, terminando en una filtración de aire contaminado.

En caso de que se encuentre alguna de estas anomalías se debe dar solución inmediata en el mantenimiento.

Para la inspección de los múltiples de admisión se debe retirar el primer cuerpo de estos en cada banco y con la ayuda de una linterna y un paño limpio observar e inspeccionar en su interior, no debe existir presencia de contaminantes como sílice, refrigerante o aceite. En caso de presencia de alguno de estos contaminantes, se deberá evaluar la falla en el mantenimiento y dar solución en el mismo al problema.



Fuente: Manual de partes 20V4000C23/5282010688

Figura 1-5: Múltiples de admisión

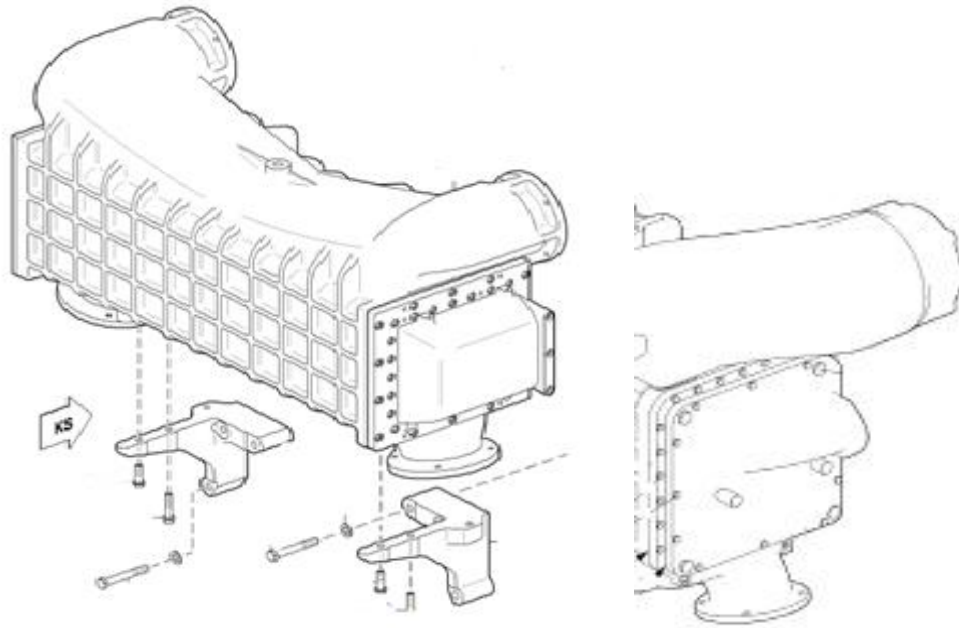
2.2.5 Inspección de intercooler

El intercooler es un intercambiador de calor el cual se encarga de enfriar el aire antes que este ingrese a la cámara de combustión, este intercambiador logra enfriar el aire haciendo circular refrigerante a menor temperatura por medio de celdas en la misma cavidad donde circula el aire a alta temperatura proveniente de los turbocompresores.

La inspección que se debe realizar al intercooler es visual y consta de las siguientes actividades:

- Inspección de estructura y tapas laterales. Se debe verificar que no exista fuga alguna de refrigerante por la parte externa del intercooler, ya sea por fisura o por alguno de los pernos de las tapas laterales que se encuentre aflojado.
- Inspección de núcleo. Para inspeccionar el núcleo o interior del intercooler se realiza retirando los codos del múltiple de admisión y desconectando el extremo de la descarga de turbo, de esta manera se logra una vista del núcleo en el cual se debe verificar que no exista presencia de refrigerante.

En caso de existir presencia de refrigerante se deberá cambiar el intercooler en el mantenimiento.



Fuente: Manual de partes 20V4000C23/5282010688

Figura 1-6: Intercooler y tapa lateral de intercooler

2.3. **MANTENIMIENTO SISTEMA DE ESCAPE**

El sistema de escape es el sistema encargado de dirigir los gases generados por la combustión hacia la turbina del turbocompresor y luego liberarlos a la atmosfera. Este sistema se compone de las siguientes partes:

- Manifold de escape
- Turbina (Turbocompresor)
- Bellows
- Ductos de escape

El mantenimiento al sistema de escape del motor se realiza para verificar el estado de los diferentes componentes que lo forman y comprobar que no exista deterioro producido por las altas temperaturas y el trabajo al que se encuentran expuesto cada componente. Se constituye mayormente por inspecciones visuales y reparaciones a la falla de componentes, consta de las siguientes actividades:

2.3.1. **Inspección de manifold de escape**

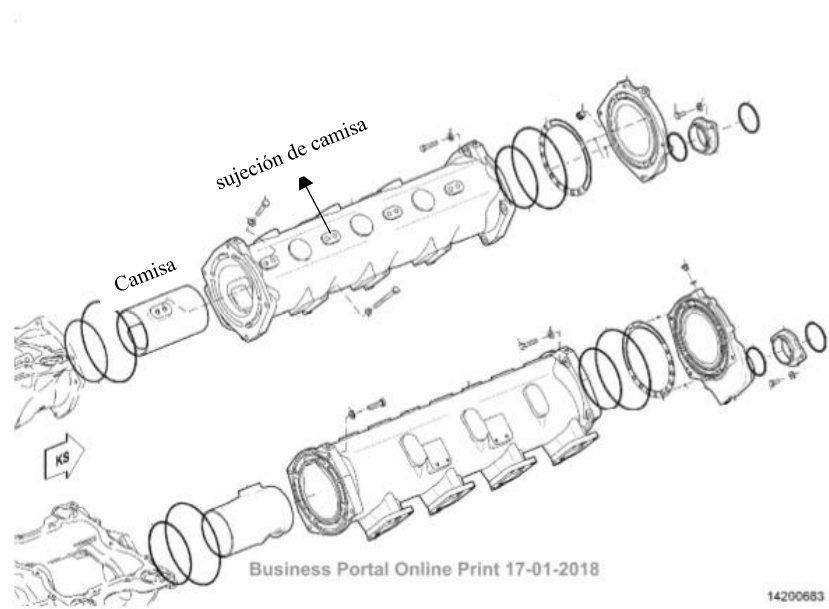
El manifold, colector o múltiple de escape es el encargado de recibir, contener y direccionar los gases de escape producidos por la combustión hacia los turbos, específicamente la turbina. El manifold de escape del motor C23 es refrigerado por

coolant, por lo cual posee un conducto interior (camisas) por donde circulan los gases de escape y una carcasa exterior la que permite el flujo de refrigerante para enfriar los gases de escape.

En el mantenimiento a este componente se le realiza una inspección visual estructural y consta de las siguientes actividades:

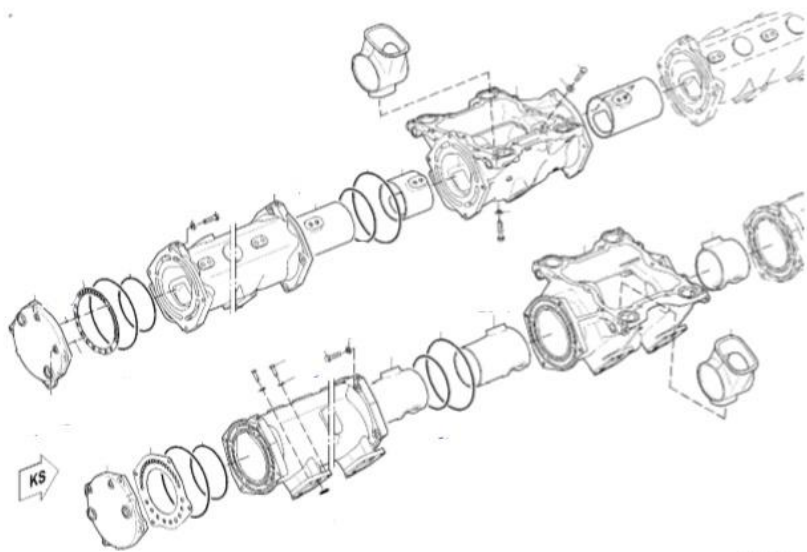
- Inspección a los pernos de sujeción de las camisas, estos se deben encontrar en su posición y torquados.
- Inspección estructural. Se verifica que no exista fuga de refrigerante en las uniones del manifold a las culatas, carcasa delantera y entre sus segmentos.

En caso de presentarse alguna anomalía se debe reparar en el mantenimiento.



Fuente: Manual de partes 20V4000C23/5282010688

Figura 1-7: Segmento de manifold de escape C23

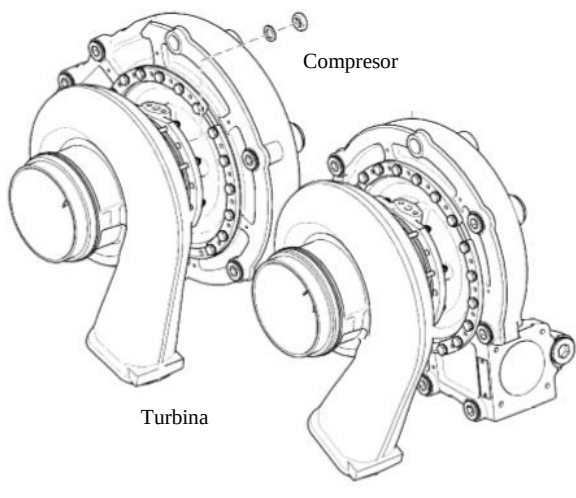


Fuente: Manual de partes 20V4000C23/5282010688

Figura 1-8: Manifold de escape C23

2.3.2. Inspección turbina (Turbo)

La turbina es impulsada por los gases que son emitidos por la combustión, recolectados y dirigidos por el manifold de escape. En el mantenimiento solo se realiza una inspección visual a la turbina, verificando que no posea roturas ni desgaste en su estructura.



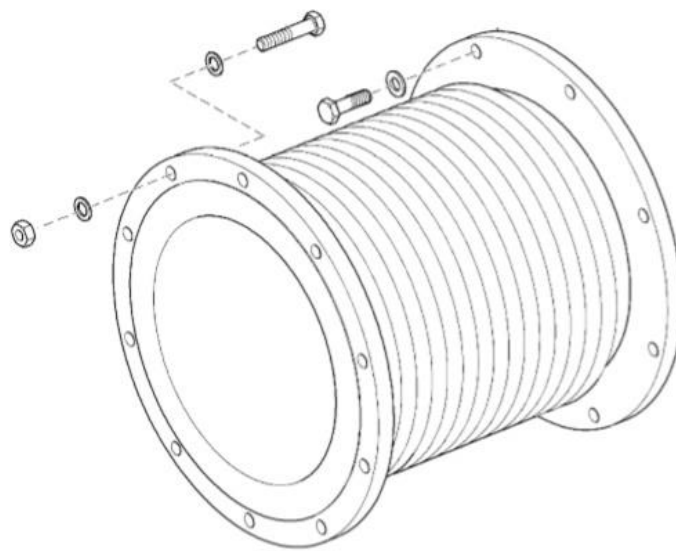
Fuente: Manual de partes 20V4000C23/5282010688

Figura 1-9: Turbina

2.3.3. Inspección a bellows

Los bellows son compensadores que se ubican entre la salida de los turbos y el ducto de escape, su función es generar un cambio en el flujo de los gases de escape haciéndolo pasar de un flujo turbulento a un flujo más laminar.

La inspección que se les realiza a los bellows es visual. Se verifica que se encuentren todos los pernos de fijación en ambos extremos y que no posea roturas en su estructura producto de las altas temperaturas a las cuales se encuentra sometido.



Fuente: Manual de partes 20V4000C23/5282010688

Figura 1-10: Bellow

2.3.4. Inspección de ductos de escape

Los ductos de escape son los encargados de dirigir a los gases de escape desde la salida del bellow hasta la atmosfera. La inspección que se les realiza es visual y posee las siguientes actividades:

- Inspección de los pernos de fijación. Se debe verificar que posea el total de sus pernos de fijación en ambos extremos, encontrándose torqueados.
- Inspección de estructura. Se debe verificar que el bellow no se encuentre con fisuras en su estructura producto de las altas temperaturas, en caso de que existan roturas se debe cambiar en el mantenimiento.

En caso de presentarse alguna anomalía se debe reparar en el mantenimiento.

CAPÍTULO 3: **MANTENIMIENTO DE SISTEMA DE COMBUSTIBLE,**
SISTEMA DE LUBRICACIÓN Y SISTEMA ELECTRONICO

3.1 **MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE**

El sistema de combustible es el encargado de suministrar el combustible necesario, en forma sincronizada y a una presión determinada para el funcionamiento del motor.

Se compone de las siguientes partes:

- Estanque de combustible
- Filtro Parker
- Filtros primarios de combustible
- Filtros secundarios de combustible
- Cabezal de combustible
- Bomba de transferencia de combustible
- Bomba de combustible HP
- Cuerpo distribuidor de combustible
- Cañerías de alta presión
- Cañerías de retorno
- Mangueras de combustible
- Inyectores

El mantenimiento al sistema de combustible se realiza para reemplazar sus elementos filtrantes y verificar el estado de los diferentes componentes que lo forman, de manera de comprobar el correcto funcionamiento de cada uno de estos. Se constituye de las siguientes actividades.

3.1.1. **Toma de muestras de combustible**

Antes de realizar el cambio de los filtros de combustible se debe tomar muestra del combustible en dos puntos específicos del sistema, el primero es en el filtro Parker, el cual cumple la función de separador de agua. En la parte inferior del contenedor del elemento filtrante se encuentra una llave de paso, la cual permite la extracción de a muestra de combustible en la cual se evidenciará que si el combustible que se está suministrando al sistema posee agua o se encuentra limpio.

La segunda muestra se extrae del cabezal de filtros secundarios, este posee una pipeta con un perno tipo racor que al soltarlo permite el flujo de combustible por la pipeta para la extracción de la muestra. Si el combustible no fluye al soltar el perno racor, se debe dar apoyo con el bombín del cebador manual del sistema.

Es importante que, al momento de extraer las muestras, los frascos de muestra y ambos puntos de extracción se encuentren limpios para que agentes contaminantes externos no las contaminen.

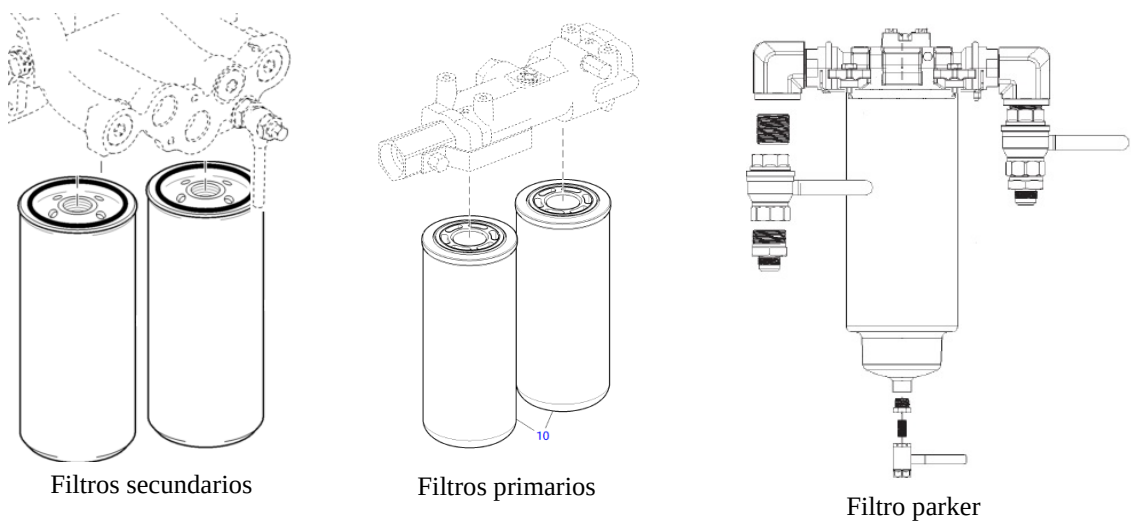
3.1.2. Cambio de filtros de combustible primario, secundario y Parker

Con el fin de suministrar combustible libre de contaminantes a los inyectores y por indicación del fabricante, el sistema posee cinco filtros de combustible. Un filtro Parker ubicado entre el estanque y el cabezal de filtros secundarios. Este cumple la función de separador de agua en el combustible. Es el primer filtrado que posee el combustible.

Dos filtros “secundarios” y dos filtros “primarios” los cuales están conectados en línea, de esta manera suministrar un combustible limpio para el correcto funcionamiento del motor.

Estos filtros por indicación del fabricante se deben reemplazar cada 250 horas, de lo contrario producto de la contaminación en el combustible se saturan y producen una baja presión de combustible en el sistema de transferencia, lo cual, conlleva a generar una alarma por mal funcionamiento del motor. La presión del sistema en régimen de potencia es de 8.5 bar y no puede caer a menos de 5 psi.

Al momento de cambiar los filtros de combustible es importante que todas las llaves de paso del sistema se encuentren cerradas para evitar derrames excesivos. Se debe verificar el asiento de los filtros en el cabezal, que no se encuentre con alguna deformación o contaminación que pueda afectar el sellado del filtro y produzca fugas de combustible.



Fuente: Manual de partes 20V4000C23/5282010688

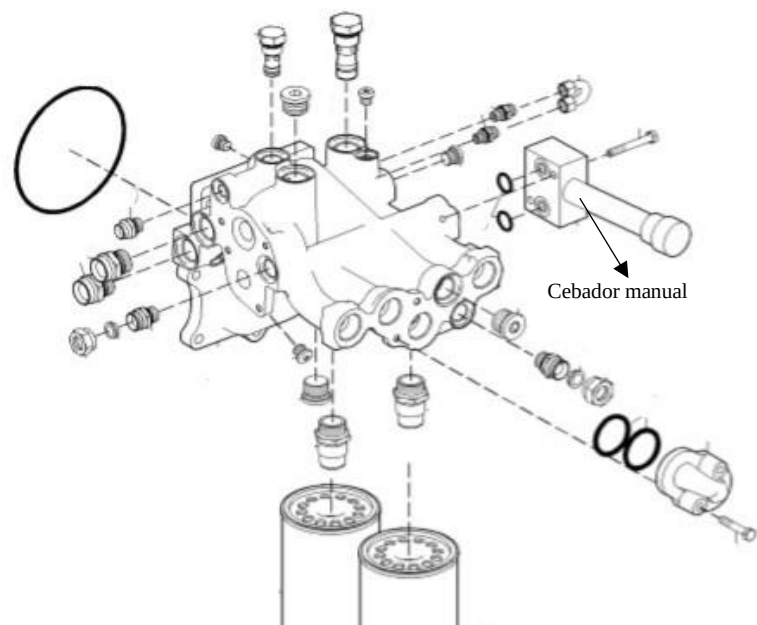
Figura 3-1: Filtros de combustible

3.1.3. Cebado del sistema de combustible

Es importante que el sistema de combustible se encuentre libre de aire en su interior para que el motor pueda tener un buen funcionamiento desde el primer arranque posterior a un mantenimiento.

Para esto, el sistema de combustible posee un cebador manual ubicado en el cabezal de filtros secundarios, y tres puntos por los cuales liberamos el aire del sistema, nombrados puntos de “despiche”, uno en el filtro Parker, uno en el cabezal de filtros secundarios y uno en el cabezal de filtros primarios.

Al momento de cebar el sistema de combustible se comienza con el filtro Parker. Para ser cebado se deben abrir las llaves de combustible y por efecto de la gravedad este se llena de combustible, solo teniendo que abrir el punto de “despiche” del cabezal del filtro para que pueda expulsar el aire en su interior y no desplazarlo al sistema. Finalizado el cebado del filtro Parker se procede a “bombear” combustible por medio del cebador manual y se deben abrir de forma parcial los puntos de “despiche” del cabezal de filtros secundarios y de filtros primarios de combustible para que el sistema libere el aire en su interior. Esta acción se repite hasta que el sistema libere solamente combustible, sin presencia de aire, por ambos puntos de “despiche”. De esta forma es cebado el sistema de combustible.



Fuente: Manual de partes 20V4000C23/5282010688

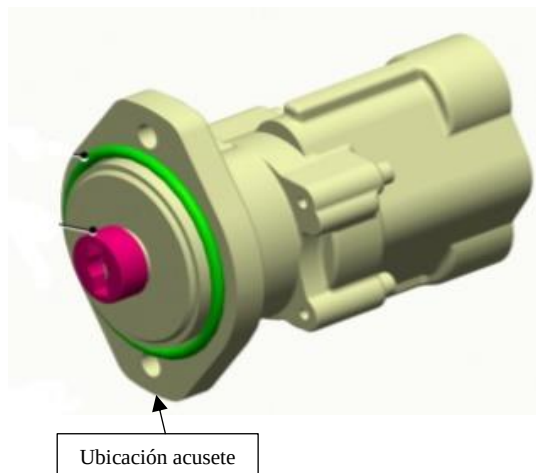
Figura 3-2: Cebador manual en cabezal de filtros secundarios

3.1.4. Inspección de bomba de transferencia y bomba HP de combustible

La bomba de transferencia de combustible es la encargada de suministrar el combustible de forma permanente y para cualquier régimen a la bomba de combustible HP. Este elemento posee un “acusete”, que es un orificio en su parte inferior en el extremo donde acopla con la carcasa del motor, en el cual se evidencia si la bomba de transferencia posee alguna fuga de aceite o combustible en su interior.

La inspección que se realiza a la bomba de transferencia consiste en:

- Limpieza de su estructura, si esta se encuentra contaminada.
- Inspección de conexión en cabezal de combustible, que no presente fuga de combustible.
- Inspección de conexión a carcasa, que no presente fuga de combustible o aceite.
- Limpieza e inspección de “acusete”, verificar por medio de un alambre, introducido en “acusete”, que no posea fugas internas de combustible o aceite.



Fuente: Manual de partes 20V4000C23/5282010688



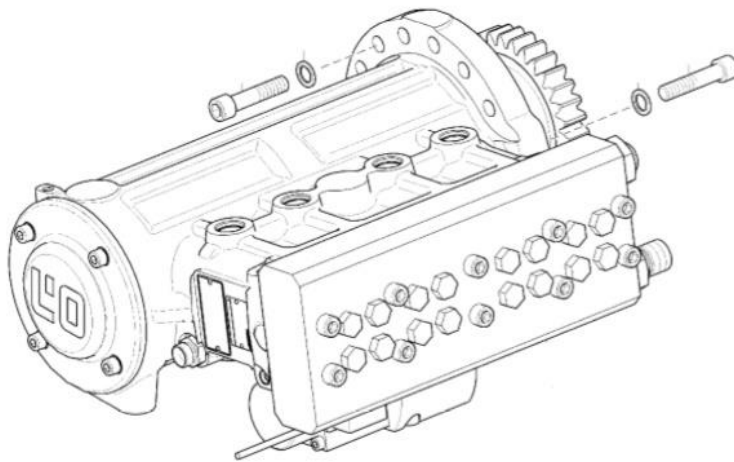
Fuente: Propia

Figura 3-3: Bomba de transferencia y ubicación de “acusete”

La bomba HP de combustible tiene como finalidad aumentar el caudal de combustible para elevar la presión. De manera que ésta se adecue al ritmo de trabajo de los inyectores. Este elemento posee un “acusete” sobre la cañería de alta de salida de la bomba, el cual evidencia si la bomba posee alguna fuga de combustible interna.

La inspección que se realiza a la bomba HP consiste en:

- Inspección de “acusete” para evidenciar fugas internas de combustible.
- Inspección de cañería de salida de combustible a distribuidor, que no presente fuga de combustible.
- Inspección de conexión a moduladora de combustible, que no presente fuga de combustible.
- Inspección de cañería de lubricación de la bomba, no presente fuga de aceite.



Fuente: Manual de partes 20V4000C23/5282010688

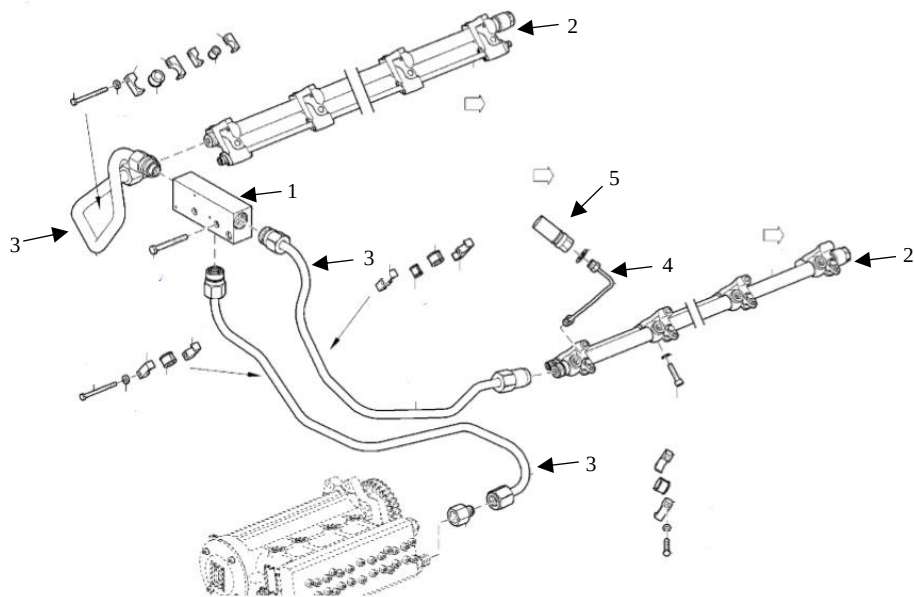
Figura 3-4: Bomba de combustible HP

3.1.5. Inspección de circuito de alta presión

El circuito de alta presión es aquel que comienza con la bomba HP de combustible y finaliza en el inyector. Lo conforman todas las cañerías y elementos que distribuyen el combustible a los diferentes inyectores. Estos elementos son:

- Cañerías de alta presión
- Distribuidor de combustible
- Riel de combustible
- Acople de inyector

La inspección del circuito de alta presión consiste básicamente en verificar cada uno de estos puntos y controlar que no exista fuga alguna de combustible. En caso de existir esta debe evaluar y reparar en el mantenimiento.



Fuente: Manual de partes 20V4000C23/5282010688

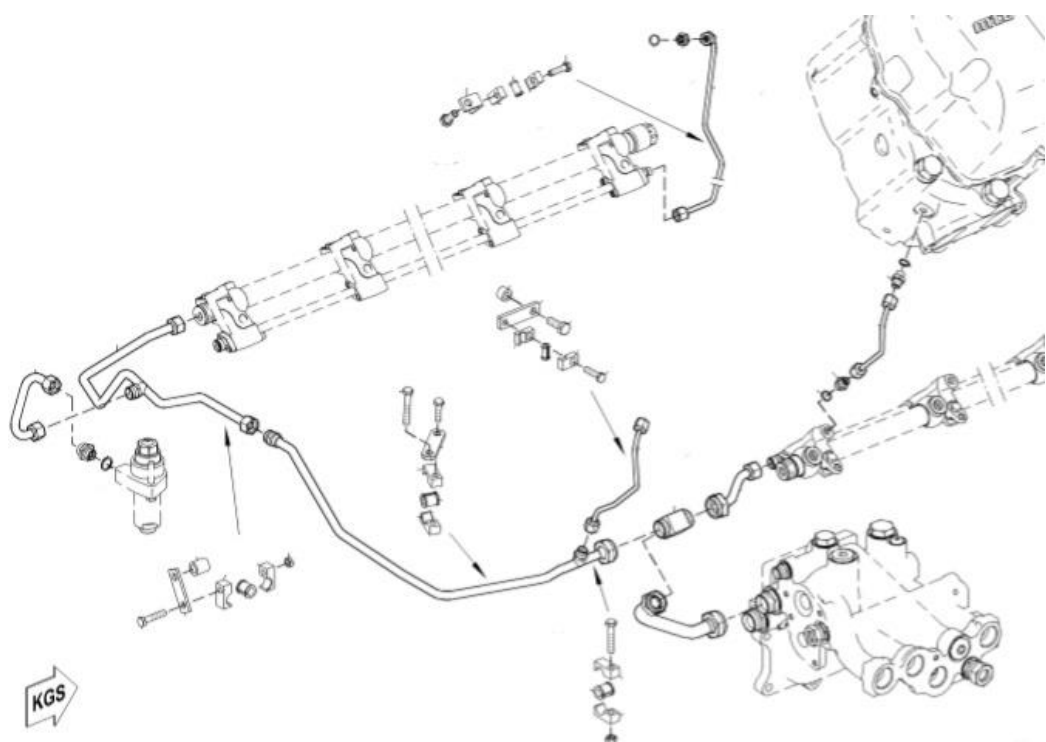
1	Cuerpo distribuidor de combustible
2	Common rail
3	Cañerías de alta presión de combustible
4	Cañería de alta presión inyector
5	Acople de inyector

Figura 3-5: Circuito de alta presión de combustible

3.1.6. Inspección circuito de retorno

El circuito de retorno es el encargado de recibir y conducir hacia el estaque todo excedente de combustible que se produzca en el sistema de alta presión. Se compone de cañerías las que provienen de los inyectores, válvula reguladora de presión, common rail y bomba HP de combustible. Estas conducen el combustible a un riel ubicado en cada banco. El combustible es trasladado hacia el cabezal de combustible y luego al estanque para así ser reutilizado.

La inspección del circuito de alta presión consiste básicamente en verificar cada uno de estos puntos y controlar que no exista fuga alguna de combustible. En caso de existir esta debe evaluar y reparar en el mantenimiento.



Fuente: Manual de partes 20V4000C23/5282010688

Figura 3-6: Circuito de retorno de combustible

3.2. **MANTENIMIENTO A SISTEMA DE LUBRICACIÓN**

El sistema de lubricación es el encargado de hacer llegar el aceite lubricante a todos los puntos del motor que se encuentran sometidos a desgaste, de manera que este sea mínimo y el motor pueda cumplir las horas totales de funcionamiento. El sistema de lubricación posee un sistema de filtrado de aceite, por lo cual debe ser sometido a mantenimiento periódico para su correcto funcionamiento.

Se compone de las siguientes partes:

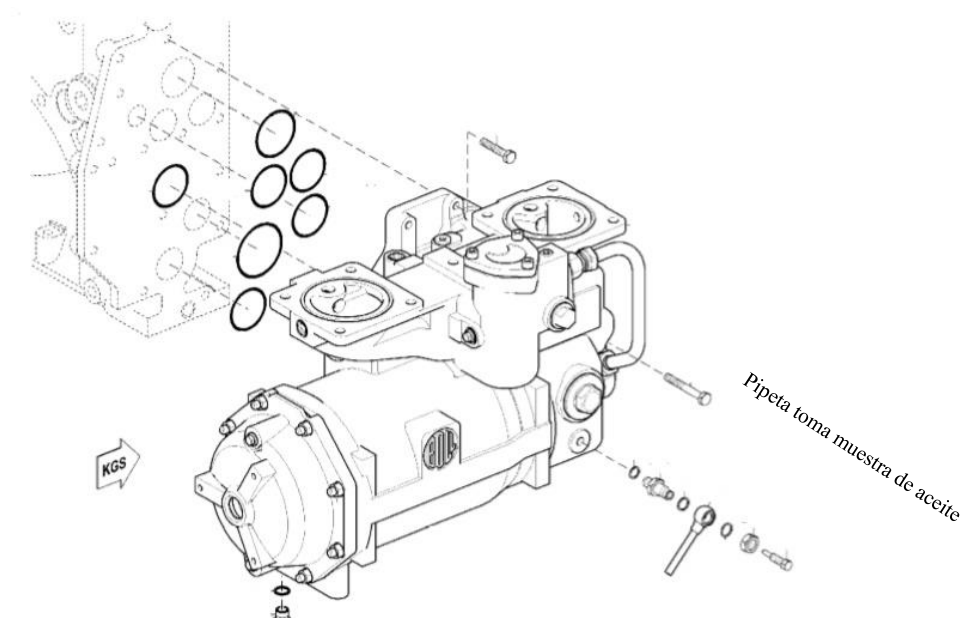
- Cárter de aceite
- Bomba de aceite
- Bomba Prelub
- Conductos de lubricación
- Filtros centrífugos
- Filtros canister
- Filtro automático
- Filtro malla

El mantenimiento al sistema de lubricación se realiza para verificar y limpiar sus elementos filtrantes y verificar el estado de los diferentes componentes que lo forman, de manera de comprobar el correcto funcionamiento de cada uno de estos. Consiste en las siguientes actividades.

3.2.1 **Toma de muestra de aceite**

Antes de realizar el mantenimiento al sistema de lubricación se debe tomar una muestra del aceite con el cual estuvo trabajando el motor. Esto se realiza con el fin de generar un análisis tribológico al aceite del motor, controlando que el paquete de aditivos que posea sea el que corresponde al aceite analizado y que este aceite no se encuentre con altos niveles de contaminantes o agentes externos los cuales pueden evidenciar alguna falla en el motor.

Esta muestra se extrae por medio de una “pipeta” de drenado ubicada en el filtro automático de aceite. Se debe extraer en este punto dado que aquí es donde el aceite se encuentra sin filtrado alguno, generando un registro real del comportamiento del motor.



Fuente: Manual de partes 20V4000C23/5282010688

Figura 3-7: Pipeta para toma de muestra de aceite en filtro automático

3.2.2. **Cambio de aceite de motor y estanque de reserva (Reserver)**

MTU dependiendo de la serie y aplicación del motor autoriza una gama de aceites lubricantes. Por sus características MTU determina que el aceite en los motores serie 4000 C&I debe ser reemplazado a las 500 horas de trabajo. En este caso el aceite utilizado es un aceite Shell Rimula R4.

Categoría de aceite	Especificación	
	ACEA	API
2.1	E7 y E9	CJ-4 y Ci-4
3.1	E6 y E7	CI-4

Cuadro 4:
Estos aceites Low Saps están autorizados para un tiempo de utilización de hasta 500 horas de servicio, siempre que cumplan los requerimientos de potencia arriba citados. Si se sobrepasa este tiempo máximo de utilización, ha de controlarse el índice de basicidad del aceite mediante análisis de aceite periódicos. El aceite ha de cambiarse, si el índice de basicidad es inferior al permitido.

Fuente: Prescripción de las materias de servicio MTU

Figura 3-8: Indicaciones para cambio de aceite

Fabricante	Marca	Clase de viscosidad SAE	TBN			Observaciones
			8 a 10 mgKOH/g	10 a 12 mgKOH/g	> 12 mgKOH/g	
Shell International Petroleum Company	Shell Rimula Super	15W-40	X		2)	
	Shell Rimula RT4L	15W-40	X		2)	
	Shell Rotella T	15W-40	X		2)	
	Shell Rotella T2	15W-40	X		2)	
	Shell Rotella T5	10W-30	X			
	Shell Rotella T5	10W-40	X			
	Shell Rotella T6	5W-40	X			
	Shell Rimula R5 LE	10W-30	X			
	Shell Rimula R5 LE	10W-40	X			
	Shell Rotella T Triple Protection	15W-40	X			
	Shell Rimula R4 MV	15W-40	X		2)	
	Shell Rimula R4 L	15W-40	X		2)	
SK energy	ZIC XQ 5000	15W-40	X		2)	
SRS Schmierstoff Vertrieb GmbH	SRS Turbo Rekord plus	15W-40	X		2)	
	SRS Turbo Rekord plus FE	10W-40	X			
Total Lubrifiants	Total Rubia TIR 7900	15W-40	X			
	Total Rubia Works 2000	10W-40	X			
	Total Max Star FE	10W-30	X			
	Total Rubia Works 2000 FE 10W-30	10W-30	X			
Trinidad & Tobago National Petroleum Marketing Company Ltd. (NPMC)	Ultra Duty 15W-40 Engine Oil	15W-40	X		2)	
Valvoline EMEA	Valvoline All Fleet Extra LE SAE 15W-40	15W-40	X		2)	
	All Fleet Extra LE NTI	15W-40	X		2)	
	Premium Blue 8100 15W-40	15W-40	X		2)	

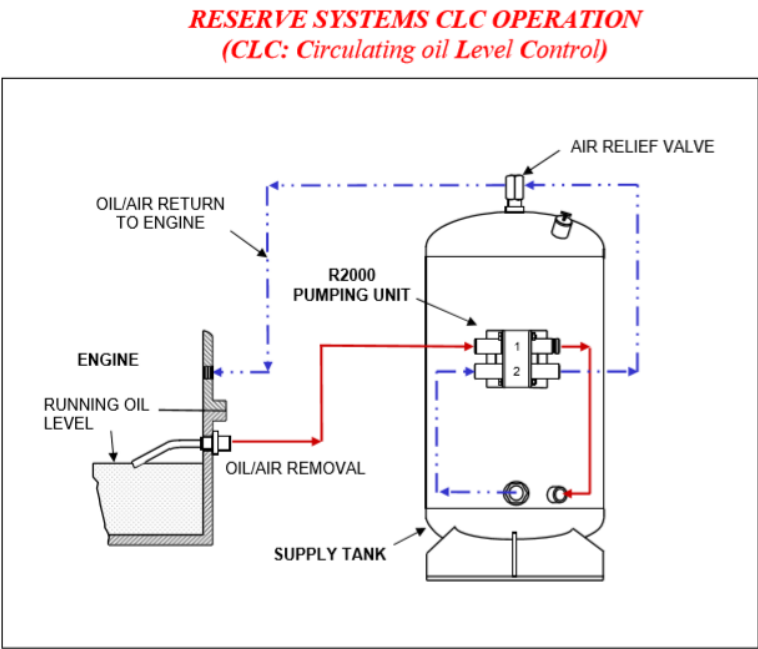
Fuente: Prescripción de las materias de servicio MTU

Figura 3-9: Autorización aceite Shell Rimula R4

Es importante realizar el cambio de aceite en las horas que corresponde, dado que pasando las 500 horas este ya se encuentra degradado y sus propiedades disminuidas no cumpliendo la función de protección de los componentes como corresponde.

El motor funciona con una cantidad de 320 litros de aceite y posee un estanque de reserva con una capacidad de 160 litros de aceite. El equipo posee un estanque de reserva o reserver dado que, al no ser totalmente hermético el motor, se produce un consumo de aceite en la combustión el cual es un promedio de 12.3 litros de aceite cada 24 horas de funcionamiento.

El reserver posee una bomba que por medio de un ducto instalado en el cárter controla que se mantenga un nivel óptimo de aceite para el correcto funcionamiento del motor. Al disminuir el nivel de aceite en este ducto se encuentra presencia de aire, la cual percibe la bomba y activa el proceso de aporte de aceite al motor. Al no percibir más presencia de aire en el sistema esta detiene su aporte y activa el proceso de extracción de aceite del cárter, cumpliendo su función de mantener en todo momento y condición un nivel óptimo de aceite en el cárter para el correcto funcionamiento del motor.



Fuente: Presentación CLC-CM-AFC reserver SIVETEC Ltda.

Figura 3-10: Diagrama estanque reserva

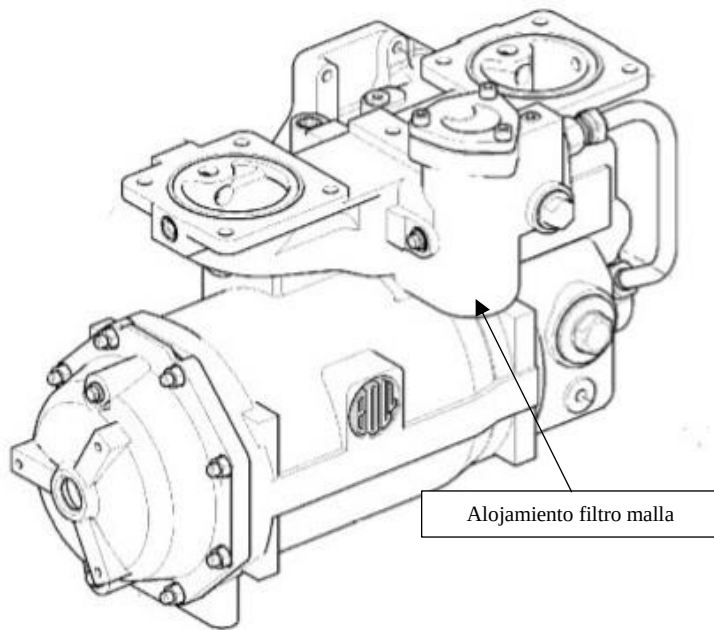
3.2.3. Mantenimiento a filtros centrífugos, filtro malla y filtros canister

El aceite al lubricar las diferentes partes y componentes del motor absorbe una gran cantidad de contaminantes o residuos producto del funcionamiento y desgaste de este. Por lo cual el motor posee dos sistemas de filtrado del aceite, el filtro automático y dos filtros centrífugos. Además, el motor posee un sistema de eliminación de vapores provenientes del aceite al cual se llama filtro canister, este filtro cumple la función de retener el aceite proveniente en estos gases evitando derrames y contaminación en el equipo.

El filtro automático es un filtro libre de mantenimiento, este posee treinta y seis elementos filtrantes y un reductor de velocidad. El aceite al ingresar al filtro automático es filtrado por treinta y cuatro elementos mientras que dos se estos realizan la acción inversa del aceite, de esta manera ir limpiando los contaminantes acumulados, los cuales son retenidos finalmente por el filtro malla ubicado en el filtro automático de aceite.

A este sistema solo se realiza inspección y lavado al filtro malla, el cual nos indica de una forma rápida el comportamiento del motor respecto a su desgaste. Consiste en retirarlo de su alojamiento y verificar la cantidad de particulado metálico presente en él, el cual debe ser mínimo, debido a que el motor constantemente está expuesto a desgaste. En el caso que el filtro malla se encuentre con una gran cantidad de particulado metálico,

significa que en algún punto del motor se está generando un desgaste excesivo y esto se debe evaluar en el mantenimiento.



Fuente: Manual de partes 20V4000C23/5282010688



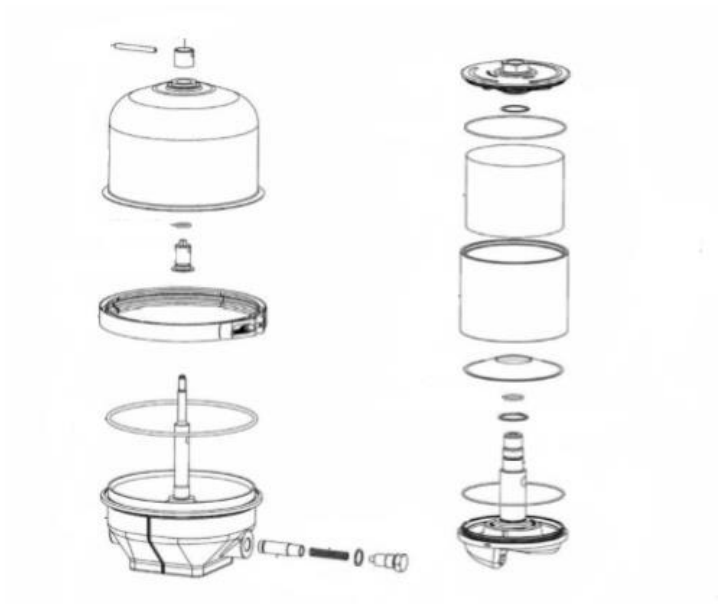
Fuente: Elaboración Propia

Figura 3-11: Filtro malla y ubicación de alojamiento

Los filtros centrífugos, son los encargados de filtrar constantemente el 20% del aceite del motor, como su nombre lo indican estos filtran el aceite por medio de la fuerza centrífuga producida por un diferencial de presión generado en su interior. El filtro centrífugo posee dos toberas taradas a 2.5 bar de presión en su rotor. Al ingresar el aceite al filtro por medio de la base de este, llena el rotor y comienza a liberar aceite por las toberas las cuales impulsan el rotor generando su giro, esto provoca que las partículas que se encuentran en el aceite producto de la fuerza centrífuga se adhieran a un papel instalado en las paredes del rotor, de esta forma limpiando el aceite. De esta manera en él se genera un concentrado de contaminantes, principalmente carbonilla, este concentrado según fabricante no debe superar los 25 milímetros de espesor, aunque, superando los 15 milímetros alerta de un comportamiento fuera de lo común en el motor.

El mantenimiento que se realiza a los filtros centrífugos consiste en:

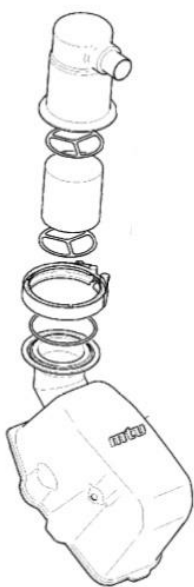
- Inspección de giro, que este sea regular
- Desarme de filtro centrífugo y lavado de sus partes
- Cambio de papel centrífugo en rotor
- Inspección de o-ring, que no posean roturas



Fuente: Manual de partes 20V4000C23/5282010688

Figura 3-12: Filtro centrifugo

Los filtros canister son respiradores del motor, los cuales permiten liberar los vapores producidos al interior del motor. El mantenimiento que se realiza a estos respiradores es realizar el lavado a sus elementos filtrantes que son los encargados de retener las partículas de aceite presentes en estos vapores. De esta manera se evita que por la contaminación que estos posean se genere una lata presión en el cárter del motor.



Fuente: Manual de partes 20V4000C23/5282010688

Figura 3-13: Filtro canister

3.2.4. Inspección de circuito de aceite

El circuito de aceite es el encargado de distribuir el lubricante a todos los puntos del motor que lo requiera. Este se compone de cañerías y mangueras que permiten que el aceite llegue a estos puntos.

La inspección del circuito de aceite consiste básicamente en verificar cada uno de estos puntos y controlar que no exista fuga alguna de aceite. En caso de existir esta se debe evaluar y reparar en el mantenimiento.

3.3. INSPECCIÓN DE SISTEMA ELECTRÓNICO

El sistema electrónico es el encargado de controlar el funcionamiento del motor por medio de la información obtenida de los sensores que este posea y las respuestas otorgada en sus actuadores. Posee dos controladores la ECU 7 (Engine Control Unit) y la EMU 7 (Engine Monitoring Unit – for ECU 7).

La ECU 7 es la encargada de los sensores y actuadores del motor y posee tres arneses:

- Arnés X1: Interfase. Permite la comunicación y transferencia de datos entre la plata (camión y el motor)
- Arnés X2: Sensores: Es quien comunica a los sensores y actuadores con la ECU y viceversa.
- Arnes X3: Potencia: Es el encargado de suministrar de energía (24 volt) el sistema.
- Arnés X4: Inyectores: Es el encargado de controlar los inyectores del motor.

La EMU 7 es la encargada de controlar las temperaturas de las unidades posee dos arneses:

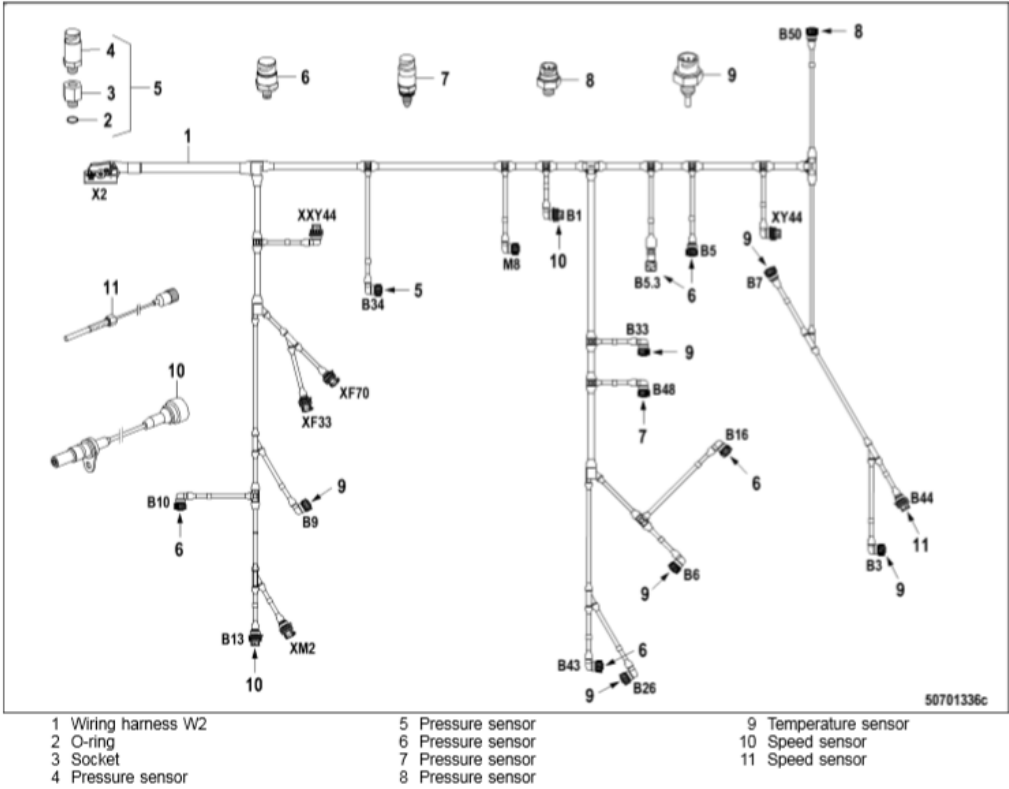
- Arnés X13: Potencia EMU: Es el encargado de suministrar la energía (24 volt) al controlador
- Arnés X12: Termocuplas: Es quien comunica cada una de las termocuplas con el controlador.

El mantenimiento que se realiza al sistema electrónico consiste en una limpieza de los conectores de la ECU y EMU y una inspección visual de cada uno de los arneses que lo componen, verificando que no existan roces ni cortes que provoquen un mal funcionamiento del sistema. En caso de existir roces o cortes, estos se deben reparar de forma inmediata en el mantenimiento. N el caso del arnés X 1 y X 3 se rutean desde la ECU para su inspección, ya que no están a simple vista en el motor como el arnés Xx2 y X 4.

Designation	Pin assignment	
Engine wiring harness W2	X2	ECU
	B1	Camshaft speed
	B3	Intake air temperature
	B5	Oil pressure after filter
	B5.3	Oil pressure before filter
	B6	Engine coolant temperature
	B7	Oil temperature
	B9	Charge-air temperature
	B10	Charge-air pressure
	B13	Crankshaft speed
	B16	Engine coolant pressure
	B26	Charge-air coolant temperature
	B33	Fuel temperature
	B34	Fuel pressure after filter
	B43	Charge-air coolant pressure
	B44	Exhaust turbocharger speed
	B48	Fuel pressure after HP pump
	B50	Crankcase pressure
	M8	HP fuel pump actuator
	X21.2	POM-CAN
	XF33	Coolant level
	XF70	Water in fuel prefilter
	XM2	Oil priming pump
	XXY44	W4 fan control
	XY44	Fan control

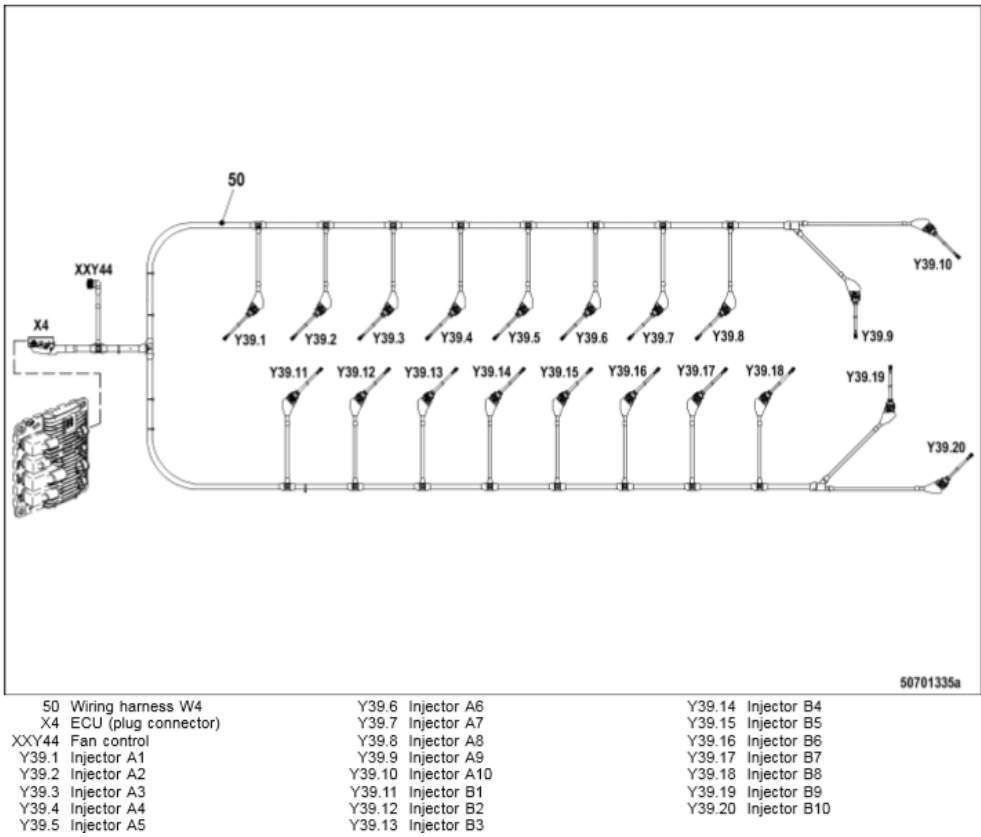
Fuente: Instructions for exchange of sub-assemblies MS22002/00E

Tabla 3.1: Sensores y actuadores arnés X2



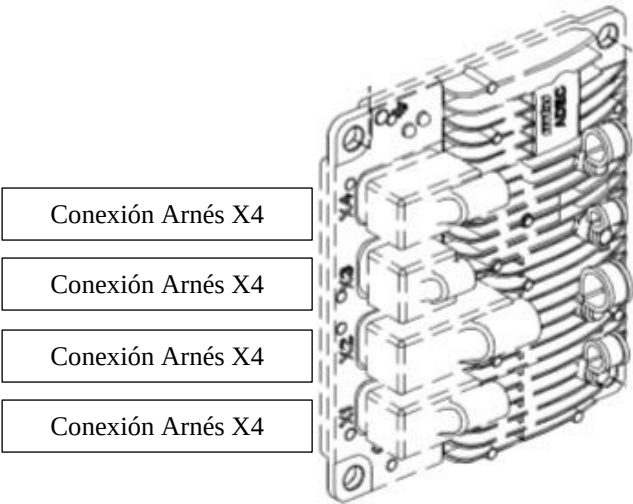
Fuente: Instructions for exchange of sub-assemblies MS22002/00E

Figura 3-14: Arnes X2 de sensores



Fuente: Instructions for exchange of sub-assemblies MS22002/00E

Figura 3-15: Arnes X4 de termoculplas.



Fuente: Instructions for exchange of sub-assemblies MS22002/00E

Figura 3-16: Conexiones de arneses en ECU

CAPÍTULO 4: MANUAL OPERACIONAL DE MANTENIMIENTO A
MOTOR MTU SERIE 4000 20V C23 APLICACIÓN C&I

4.1. **SISTEMA DE ADMISIÓN**

4.1.1 **Cambio de filtros de aire**

Decantado de caja ciclónica y cambio de filtros de aire

Herramientas, insumos y EPP:

- Plataforma móvil
- Llave punta corona 22
- Vaselina
- Paños
- Receptáculo para sílice
- Filtro de aire primario
- Filtro de aire secundario,
- Mascara fullface
- Arnés de seguridad.
- Guante de cabritilla
- Buzo de papel

Proceso:

Instalar plataforma móvil en frente de la caja ciclónica y asegurar con frenos. Equipado con buzo de papel, arnés de seguridad, guantes de cabritilla y mascara fullface anclarse al camión.

Decantado de caja ciclónica:

Para decantar caja ciclónica, se ubica el trabajador sentado en la plataforma móvil con el receptáculo para sílice bajo cada uno de los decantadores.

Se abren los decantadores y con la mano y ayuda de una escobilla retirar el total de sílice acumulado en la caja ciclónica por cada decantador.

Con un paño y escobilla quita el exceso de polvo y barro de los decantadores por su exterior.



Fuente: Internet - gtoperu.com/componente/930e4-ac

Figura 4-1: Ubicación de plataforma móvil



Fuente: Mantenimiento de los filtros de aire SSG (Video)

Figura 4-2: Decantador automático

Cambio de filtro:

Con ayuda de la llave punta corona 22mm retirar tuerca tipo mariposa de filtros primarios, posteriormente retirar filtro primario cuidadosamente para evitar un excesivo desprendimiento de sílice de este y bajar a piso con ayuda de un compañero que haga recepción de este. Repetir proceso con todos los filtros primarios.

Para el filtro secundario con la llave punta 22 mm retira la tuerca de fijación de este y retira el filtro. Solicita apoyo a un compañero para bajar filtros de plataforma móvil.

Con un paño limpiar todo resto de sílice de los bordes de la caja y en asentamiento de los filtros primarios y secundarios.

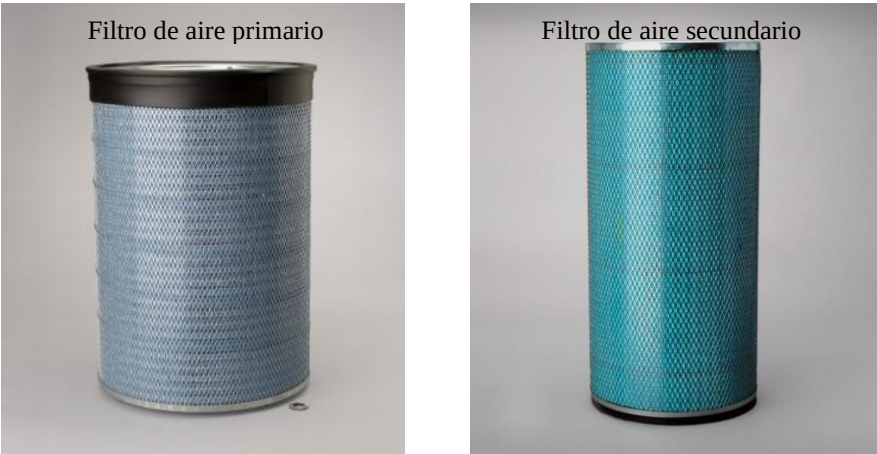
Chequear interior de ducto de admisión asegurándose que no exista presencia de sílice en este, en caso de existir avisar a jefatura.

Al tener el área limpia de sílice y el sector libre de componentes usados, se procede a instalar filtros de aire nuevos.

Al momento de instalar filtros secundarios se aplica vaselina en el labio de goma que sella el filtro junto con la caja ciclónica, se monta el filtro, se aprieta y luego se retira, comprobando que el asentamiento de este sea correcto y uniforme.

Si el asentamiento no es correcto, verificar simetría del vástago de la caja de aire, que se encuentre centrado para que no genere un mal asentamiento del filtro.

Al estar verificado el asentamiento se instala el filtro dando apriete a la mariposa de sujeción, manteniendo el cuidado de que la goma de sellado cubra la superficie. No debe existir contaminación entre la goma y la superficie que asienta, dado que esta puede generar una barrera que impida sellar efectivamente.



Fuente: Internet – Catalogo online Donaldson

Figura 4-3: Filtros de aire primario y secundario

4.1.2 Inspección a múltiples de admisión

Herramientas, insumos y EPP:

- Llave de chicharra cuadrante 1/2
- Extensión mediana 5"
- Dado 16 mm
- Barretilla
- Vaselina
- Paños
- Arnés de seguridad
- Guante de cabritilla

Proceso:

Para la inspección del múltiple de admisión, el técnico debe ingresar al motor con su arnés de seguridad y guantes de cabritilla.

Con la llave chicharra, extensión y dado 16 mm, retirar los pernos de sujeción y con ayuda de la barretilla ejercer una leve palanca para retirar el múltiple de su alojamiento.

Con un paño limpiar el interior del múltiple retirado y se verifica que no exista presencia de polvo o refrigerante al interior de estos.

Para la instalación limpiar el asentamiento del múltiple y el o-ring de sellado. Se lubrican con vaselina y con ayuda de la barretilla ejercer presión para su instalación, posterior a esto instalar los pernos de sujeción dejando el sistema normalizado.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 4-4: Múltiple de admisión



Fuente: Elaboración Propia

Figura 4-5: Interior de múltiple de admisión contaminado con sílice

Inspección a descarga de turbo

Herramientas, insumos y EPP:

- Llave punta corona 16
- Llave chichara cuadrante 3/8
- Extensión cuadrante 3/8
- Dado 16
- Atornillador de paleta
- Arnés de seguridad
- Guante de cabritilla

Proceso:

Para la inspección de la descarga de turbo el técnico debe ingresar al motor equipado con su arnes de seguridad.

Con la llave punta corona 16 mm o la llave chicharra y el dado 16 soltar los pernos de sujeción de la descarga de turbo hacia el intercooler.

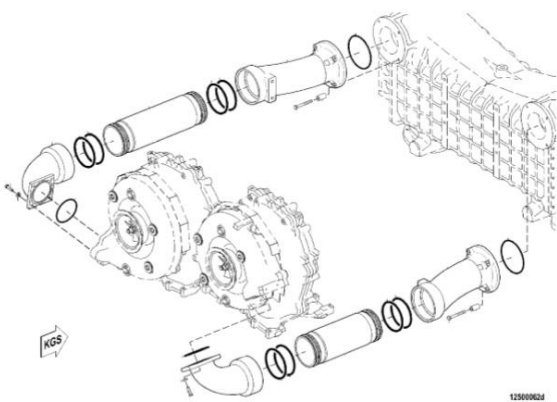
Sujetar la descarga y removerla hacia la izquierda o derecha para poder observar en su interior si existe presencia de sílice o algún agente contaminante en la descarga o dentro del intercooler.

Verificar que el o-ring de sellado se encuentre en su lugar, en caso de que se encuentre fuera de lugar se debe acomodar con ayuda del atornillador de paleta.

Acomodar la descarga de turbo en su lugar e instalar los pernos de sujeción dejando los pernos normalizados.



Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Manual de partes 20V4000C23/5282010688

Figura 4-6: Ubicación descarga de turbo

4.2. **SISTEMA DE ESCAPE**

Herramientas, insumos y EPP:

- Llave punta corona 17 mm
- Arnés de seguridad
- Guante de cabritilla
- Linterna portátil

Proceso

Para la inspección del sistema de escape el técnico debe estar equipado con su arnés de seguridad, y guantes de cabritilla.

Al ser una inspección totalmente visual, no se deben desmontar componentes. Se debe observar que no existan componentes sin sus pernos de sujeción, rotos o con fugas

- Manifolds de escape
- Turbinas
- Bellows
- Ductos de escape

Se debe verificar que los manifold de escape no posean fugas de refrigerante, y que los pernos de jujecion de sus camisas no se encuentren aflojados, para esto con la llave punta corona 17 mm verificar apriete de pernos.

Se realiza inspección visual a turbina, verificando que no posea esparragos de unión cortados o fuera de posición.

Se realiza inspección visual a bellows, retirando funda de protección verificando que no posea roturas, fugas o pernos de sujeción faltantes.

Se realiza inspección a ductos de escape, que no se encuentren dañados y posean sus dos tensores de sujeción por banco en buen estado.



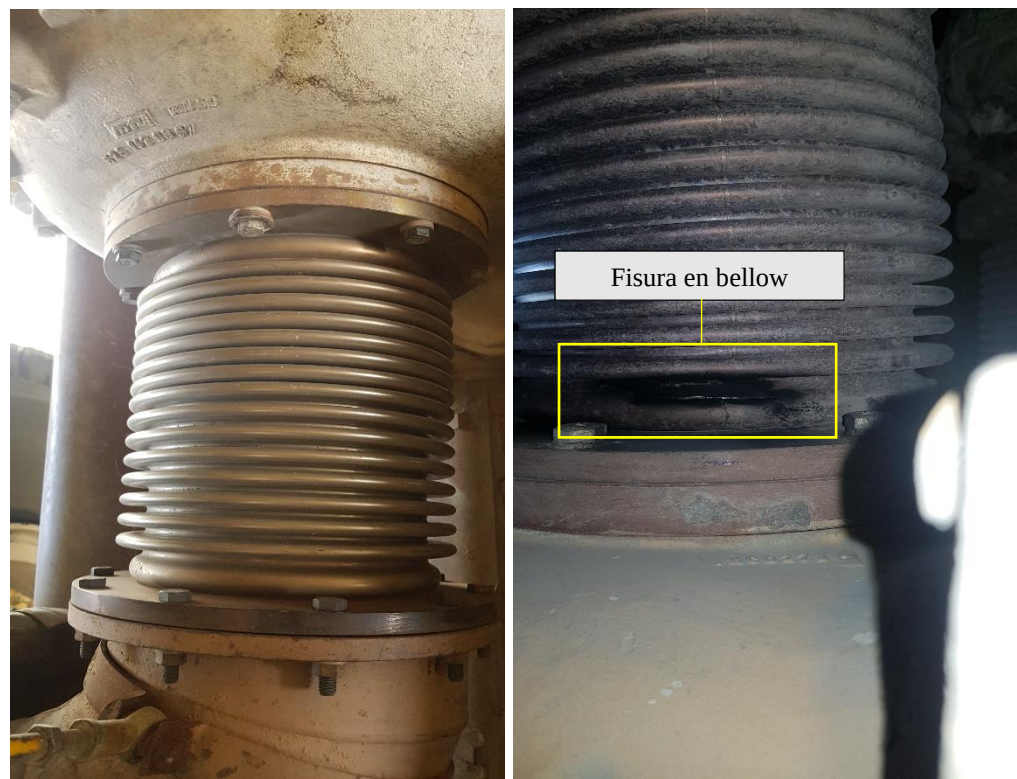
Fuente: Elaboración Propia

Figura:4-7: Manifold de escape



Fuente: Elaboración Propia

Figura 4-8: Turbocompresor



Fuente: Elaboración Propia

Figura 4-9: Bellows

4.3. SISTEMA DE COMBUSTIBLE

4.3.1 Toma de muestra de combustible

Herramientas, insumos y EPP:

- Llave 13 mm
- Dos frascos de muestra
- Paños
- Arnés de seguridad
- Guante de nitrilo
- Carro de drenado

Proceso:

Toma de muestra de combustible en filtro Parker

Equipado con los guantes de nitrilo, desde el filtro Parker, ubicar carro de drenado bajo este.

Abrir la llave inferior del filtro Parker dejando caer una pequeña cantidad de combustible al carro contenedor de drenado, para evitar la contaminación con suciedad de la muestra.

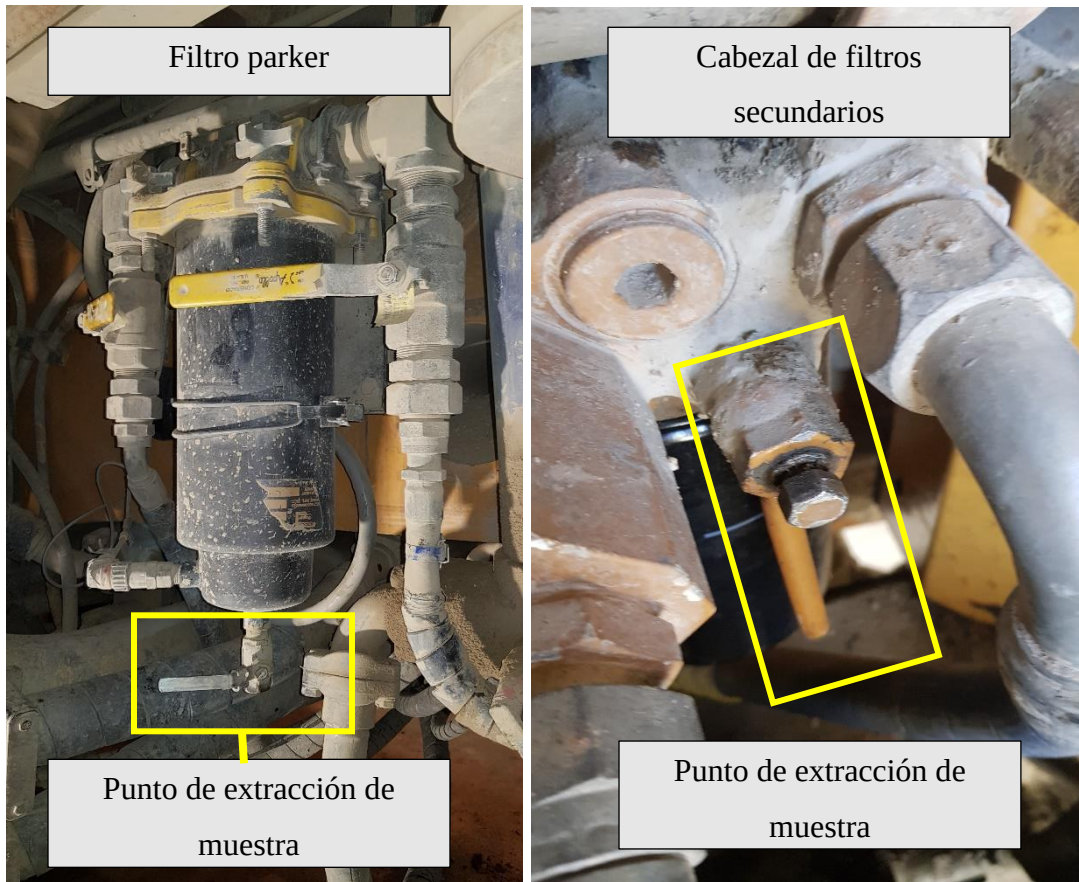
Luego llenar frasco de muestra con mínimo $\frac{3}{4}$ de su capacidad. Cerrar llave y dejar área seca y limpia con paños.

Toma de muestra de combustible en cabezal de filtros secundarios

Equipado con guantes de nitrilo, y arnés de seguridad ubicar carro de drenado bajo cabezal de filtros secundarios.

Con la llave 13 mm abrir la pipeta del cabezal dejando caer una pequeña cantidad de combustible al carro contenedor de fluidos, para evitar la contaminación con tierra de la muestra.

Con ayuda del cebador manual llenar frasco de muestra con mínimo $\frac{3}{4}$ de su capacidad. Cerrar pipeta y dejar área seca y limpia con paños.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 4-10: Puntos de extracción de muestras de combustible

Cambio de filtros de combustible primario y secundario

Herramientas, insumos y EPP

- Llave de faja,
- Llave de chicharra cuadrante 1/2
- Carro de drenado
- Filtros de combustible primario y secundario
- Paños
- Guantes de nitrilo,
- Arnés de seguridad

4.3.2. Cambio de filtros secundarios

Equipado con arnés de seguridad y guantes de nitrilo, ubicar carro de drenado bajo los filtros secundarios para contener derrame de combustible.

Cerrar llaves de paso de combustible ubicadas antes y después del filtro Parker.

Subir al motor y ubicarse en frente de los filtros secundarios.

Con la llave de faja y llave chicharra cuadrante 1/2 soltar filtros de combustible y dejar drenar combustible presente en el cabezal, cuidando que no se produzcan derrames.

Retirar cuidadosamente los filtros y ubicarlos en el carro de drenado, cuidando que no se derrame el combustible en su interior.

Con un paño, limpiar área donde se asienta el filtro cuidando que no exista contaminación en esta.

Para instalar filtro nuevo, manipular sin guantes de nitrilo, lubricar el o-ring del filtro con combustible e instalar, cuidando el hilo del cabezal y el filtro.

Al momento de topar asentamiento del filtro con asentamiento en cabezal apretar una vuelta más.



Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia

Figura 4-11: Filtros de combustible secundario (4 micrón)

4.3.3. **Cambio de filtros primarios**

Equipado con guantes de nitrilo posicionar carro de drenado bajo filtros de combustible primario y ubicarse en frente de ellos.

Cerrar llaves de paso de combustible ubicadas antes y después de filtro Parker.

Con llave faja y llave de chicharra cuadrante 1/2 soltar filtros y dejar que drene el combustible en el interior del cabezal, cuidando que no se produzcan derrames.

Retirar filtros y dejar en carro de drenado cuidando de no se derrame el combustible en su interior.

Con un paño, limpiar área donde se asienta el filtro cuidando que no exista contaminación en esta.

Para instalar filtro nuevo, manipular sin guantes de nitrilo, lubricar el o-ring del filtro con combustible e instalar, cuidando el hilo del cabezal y el filtro.

Al momento de topar asentamiento del filtro con asentamiento en cabezal apretar una vuelta más.



Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia

Figura 4-12: Filtros de combustible primarios (4 micrón)

4.3.4. **Cambio de filtro Parker**

Herramientas, insumos y EPP:

- Llave de chicharra cuadrante 1/2
- Extensión mediana 5"
- Dado 19 mm
- Llave punta corona 19 mm
- Carro de drenado
- Filtro Parker
- Paños
- Guantes de nitrilo

Proceso

Antes de retirar el filtro Parker se deben cerrar las llaves de paso que permiten la entrada y salida del combustible de este.

Desconectar el sensor de nivel de Parker y ubicarlo en un lugar seguro donde este no se dañe.

Equipado con guantes de nitrilo ubicar el carro de drenado bajo el filtro Parker.

Drenar todo el combustible al interior del filtro Parker para lo cual, se abre la llave inferior del contenedor del filtro Parker y se suelta el despiche de cebado, permitiendo la liberación del combustible sin generar vacío dentro de este.

Con el combustible drenado, utilizando llave de chicharra, extensión de 5" con dado 19 mm y llave 19 mm, se procede a soltar los pernos de sujeción del soporte del contenedor del filtro Parker hasta que la distancia entre la tuerca del perno de sujeción y la base del filtro Parker sea mayor al ancho del soporte.

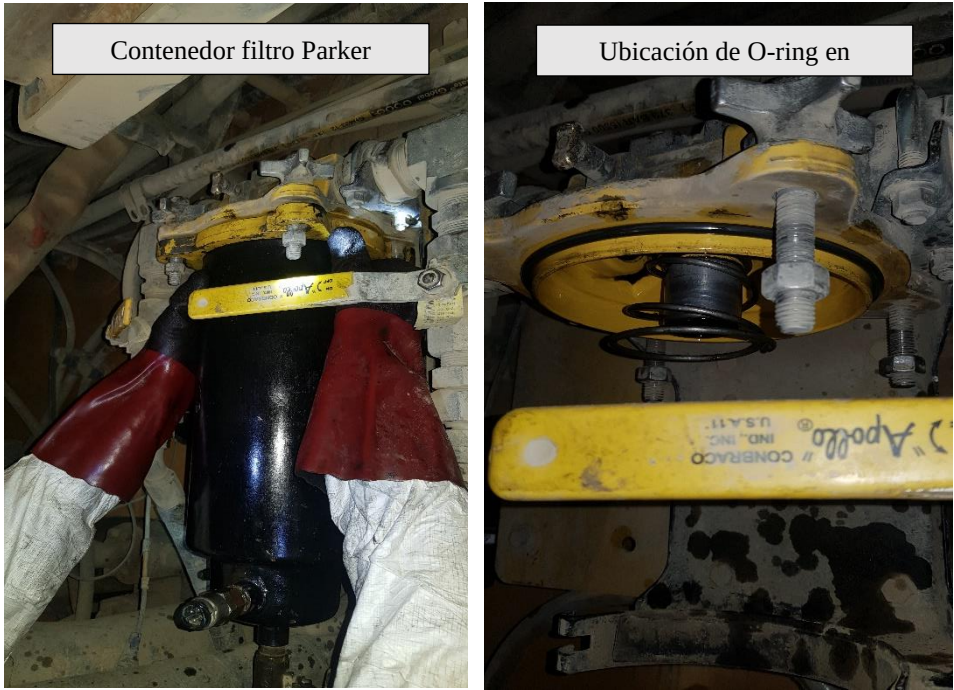
Con las manos girar el soporte para liberarlo de los pernos de sujeción y retirar el contenedor con el filtro Parker ubicándolo en el carro de drenado.

Retirar O-Ring usado en el cabezal del filtro Parker, limpiar la zona e instalar O-ring nuevo, incluido en kit de filtro.

Retirar filtro Parker del interior del contenedor y limpiar contenedor cuidando que no quede contaminación en su interior.

Instalar filtro Parker en su contenedor cuidando que el orificio en su extremo quede hacia la superficie.

Ubicar contenedor en el cabezal del filtro Parker haciendo calzar el soporte con los pernos de sujeción y apretar en forma cruzada hasta sellar filtro con el cabezal.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 4-13: Cambio filtro Parker



Fuente: Elaboración Propia

Figura 4-14: Filtro Parker

4.3.5. Cebado de sistema de combustible

Herramientas, insumos y EPP:

- Llave 13 mm
- Llave 19 mm
- Carro de drenado
- Paños
- Guantes de nitrilo
- Arnés de seguridad

Proceso

Antes de cebar el sistema de combustible, verificar que todas las llaves de paso se encuentren abiertas, luego se procederá a realizar 3 pasos.

Cebado de filtro Parker

Verificar que las llaves de paso de combustible se encuentren abiertas.

Equipado con guantes de nitrilo ubicar carro de drenado bajo filtro Parker.

Abrir levemente válvula de despiche de aire del filtro.

Mantener válvula abierta hasta que por esta se libere combustible de forma continua, de esta forma se comprueba que el filtro se encuentra sin aire en su interior.

El llenado del filtro se produce por gravedad.

Cerrar válvula de despiche de aire.

Cebado de filtros primarios

Equipado con guantes de nitrilo y arnés de seguridad, ubicar carro de drenado bajo filtros de combustible primario.

Con el cebador manual ubicado en el cabezal de filtros secundarios, bombear combustible para abastecer los filtros primarios y liberar el aire en el sistema.

Con la llave 19 mm soltar levemente el tapón de despiche ubicado en el cabezal de filtros primarios para liberar el aire proveniente de los filtros y volver a apretar.

Repetir los pasos anteriores hasta que por el tapón de despiche solo libere combustible, de esta forma se comprueba que el filtro se encuentra sin aire en su interior.

Dar apriete firme a tapón de despiche con llave 19 mm.

Cebado de filtros secundarios

Equipado con guantes de nitrilo y arnés de seguridad ubicar el carro de drenado bajo el cabezal de filtros secundarios.

Con el cebador manual ubicado en el cabezal de filtros secundarios, bombear combustible para abastecer los filtros secundarios y liberar el aire en el sistema.

Con la llave 13 mm soltar el perno de la pipeta ubicada en el cabezal de filtros secundarios para liberar el aire proveniente de los filtros y volver a apretar.

Repetir los pasos anteriores hasta que por la pipeta solo libere combustible de forma continua sin burbujas de aire, de esta forma se comprueba que el filtro se encuentra sin aire en su interior.

Dar apriete firme a pipeta con llave 13 mm.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 4-15: Despiche de cabezal de filtro Parker y filtros primarios



Fuente: Elaboración Propia

Figura 4-16: Despiche de cabezal de filtros secundarios y cebador manual

4.3.6. Inspección de bombas y circuito de alta y baja presión de combustible

Herramientas, insumos y EPP:

- Arnés de seguridad
- Guantes de cabritilla
- Linterna portátil

Proceso

Para la inspección de las bombas y circuitos de combustible el técnico debe estar equipado con su arnés de seguridad, guantes de cabritilla y linterna portátil.

Al ser una inspección totalmente visual, no se deben desmontar componentes.

Se debe chequear que no existan fugas ni desgastes en los diferentes componentes del sistema de combustible.

4.4 SISTEMA DE LUBRICACIÓN

4.4.1. Toma de muestras de aceite:

Herramientas, insumos y EPP:

- Llave 13 mm
- Frasco de muestra
- Paños
- Arnés de seguridad
- Guante de nitrilo

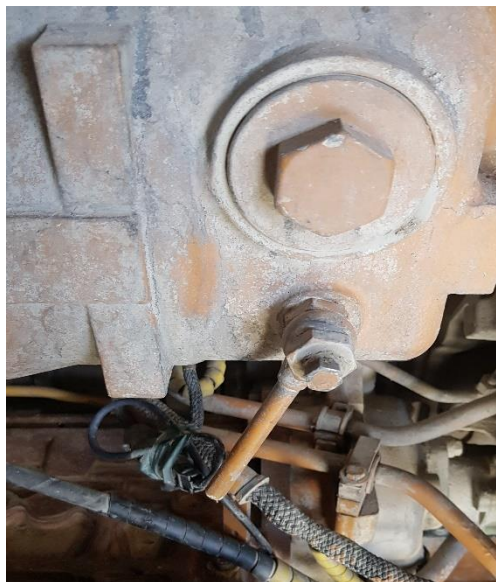
Proceso

Equipado con guantes de nitrilo y arnés de seguridad ubicarse en filtro automático de aceite.

Con paños proteger el área inferior a la pipeta de extracción de muestra y limpiarla para evitar contaminación de la muestra con tierra.

Con la llave 13 abrir pipeta ubicar frasco de muestra bajo ella, llenar mínimo $\frac{3}{4}$ de su capacidad.

Cerrar pipeta dando apriete firme y dejar área limpia y seca.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 4-17: Punto de extracción de muestra de aceite

4.4.2 Drenado de Aceite de motor

Herramientas, insumos y EPP:

- Dos llaves stillson
- Carro de Drenado
- Paños
- Guantes de nitrilo

Proceso

Drenado del cárter del motor

Equipado con guantes de nitrilo ubicar carro de drenado bajo la parte posterior del motor.

Usando las dos llaves stillson retirar tapón de manguera de drenado y ubicarla dentro del carro, abrir llave de paso de manguera y mantener hasta vaciar cárter de aceite.

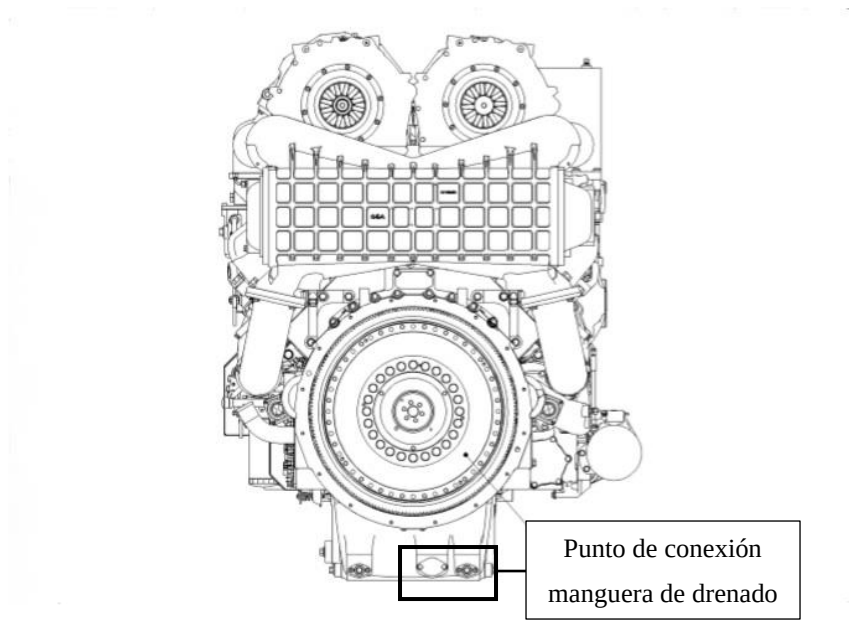
Una vez terminado el drenado cerrar llave de paso e instalar tapón de manguera.

Drenado de reserver del motor

Equipado con guantes de nitrilo ubicar carro de drenado bajo la parte interior del estanque de reserva.

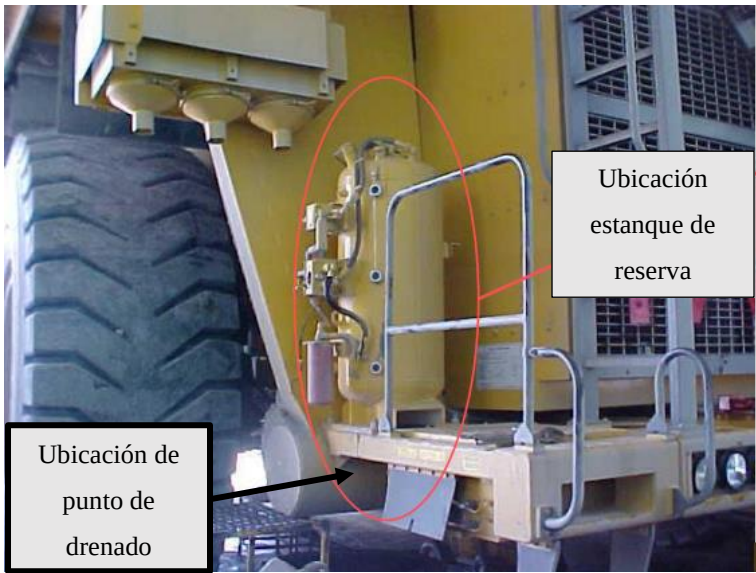
Usando las dos llaves stillson retirar tapón de manguera de drenado y ubicarla dentro del carro, abrir llave de paso de manguera y mantener hasta vaciar estanque de reserva.

Una vez terminado el drenado cerrar llave de paso e instalar tapón de manguera.



Fuente: Instructions for exchange of sub-assemblies MS22002/00E

Figura 4-18: Punto de drenado aceite de cárter



Fuente: Elaboración Propia

Figura 4-19: Drenado de reserver

4.4.3. Abastecimiento con aceite de motor y reserver

Herramientas, insumos y EPP:

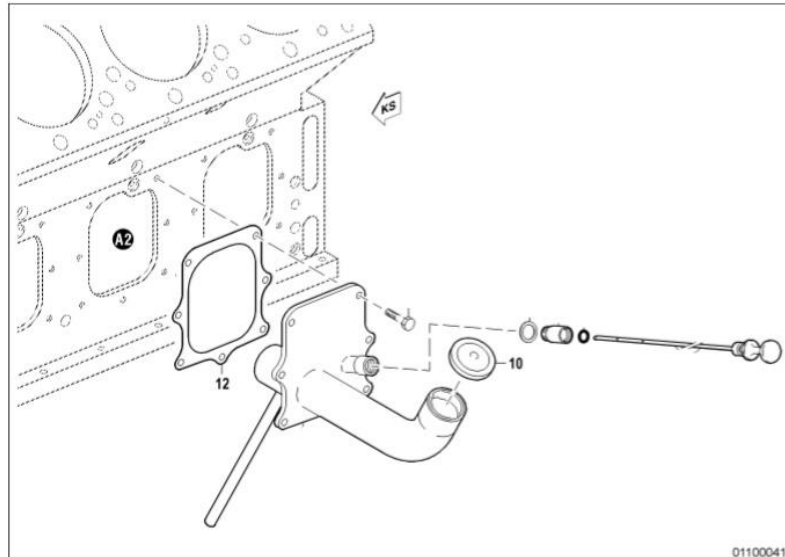
- Bin neumático o lubricantera
- Carro de drenado
- Arnés de seguridad
- Linterna portátil

Proceso

Equipado con arnés de seguridad y guantes de nitrilo, acceder al motor por lado B ubicando manguera en ducto de abastecimiento de este. Surtir el motor con 320 litros de aceite Shell Rimula R4, manteniendo el cuidado de no generar derrames.

Como medida preventiva ubicar carro de drenado bajo ducto de abastecimiento.

Posterior mente repetir acción abasteciendo estanque de reserva con 160 litros de aceite Shell Rimula R4



Fuente: Manual de partes 20V4000C23/5282010688

Figura 4-20: Ducto de abastecimiento de aceite a motor.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 4-21: Punto de abastecimiento reserver

4.4.4. Mantenimiento a filtros centrífugos, filtro malla y filtros canister

Herramientas, insumos y EPP:

- Llave punta corona 13 mm
- Llave chicharra 11-13 mm
- Atornillador de paleta
- Llave stillson
- Maceta de bronce
- Barretilla
- Llave allen 8 mm
- Carro de drenado
- Papel centrífugo
- Paños
- Recipiente para lavado
- Diesel
- Vaselina
- Guantes de nitrilo
- Guante de cabritilla
- Buzo de papel
- Arnés de seguridad

Proceso

Retiro de filtros centrífugos

Equipado con arnés de seguridad, buzo de papel y guantes de nitrilo acceder a motor.

Con llave chicharra 11-13 mm soltar abrazadera de filtro centrífugo (13 mm) y retirar.

Con llave punta corona 13mm soltar tapa de filtro centrífugo y retirar, cuidando de no producir derrame de aceite. Limpiar contantemente con paños.

Girar rotor con las manos comprobando que no exista un giro irregular que evidencie falla en el rotor o base de filtros centrífugos.

Con la barretilla levantar rotor permitiendo drenado del aceite de su interior

Al estar drenado el rotor retirar cuidando de no producir derrame de aceite y dejar dentro de la tapa del centrifugo, limpiar al instante en caso de derrame.

Con ayuda de un compañero bajar del equipo los componentes y ubicarlos en el carro de drenado.

Con paños dejar cubierta la base del filtro centrifugo, evitando que puedan caer agentes externos al interior del motor.

Retiro de filtro malla

Equipado con arnés de seguridad, buzo de papel y guantes de nitrilo acceder a motor.

Ubicado frente a filtro automático, con llave allen 8mm, retirar los 3 pernos y la tapa que protegen el filtro malla.

Retirar el muelle de sujeción del filtro malla.

Con precaución de no generar derrames retirar filtro malla de su alojamiento, vaciar en la cavidad el aceite al interior del filtro malla y protegiéndolo con un paño bajar del motor.

Instalar muelle, tapa y pernos de sujeción en alojamiento de filtro, para evitar el ingreso al motor de agentes externos.

Verificar interior de filtro malla la cantidad de particulado presente y las características de este, con el fin de alertar si existe un exceso de particulado que evidencie problemas en el motor.

Retiro de filtros canister

Equipado con arnés de seguridad, buzo de papel y guantes de nitrilo acceder a motor.

Con atornillador de paleta, soltar abrazadera de manguera de canister y retirar manguera de su alojamiento.

Con llave chicharra 11-13 mm retirar abrazadera de canister (11 mm).

Retirar canister cuidando de no producir derrames, y mantener o-ring en su alojamiento.

Cubrir con paños cavidad de tapa de válvulas para evitar el ingreso de agentes externos.

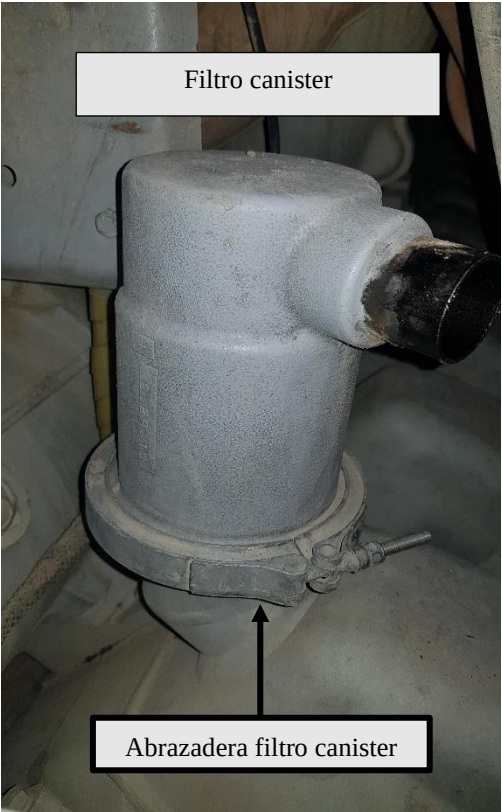
Con ayuda de un compañero bajar del equipo los filtros canister.



Figura 4-22: Filtros centrífugos



Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia

Figura 4-23: Filtro malla y filtro canister

4.4.5. Lavado y armado de filtro centrífugo

Equipado con buzo de papel y guantes de nitrilo, llenar medio recipiente para lavado con Diesel. Retirar Diesel de filtro Parker.

Con llave stillson y maseta de bronce soltar la tuerca de la tapa del rotor para su desarme.

Con atornillador de paleta separar tapa y base de rotor del cuerpo de este.

Retirar cono separador de base del rotor

Retirar papel centrífugo contaminado de las paredes del cuerpo del rotor

Realizar medición del espesor del papel contaminado, con el fin de evidenciar fallas en el comportamiento del motor, luego desechar papel.

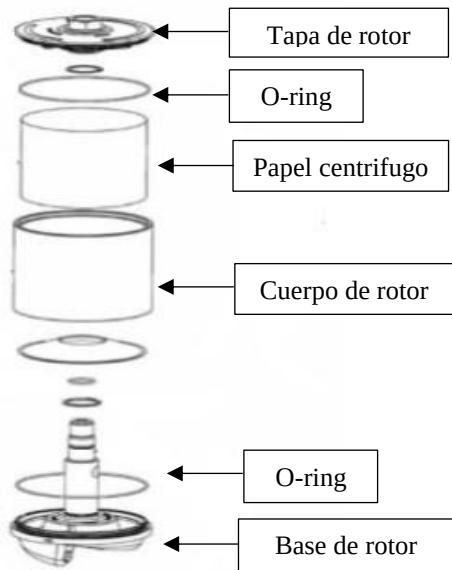
Realizar lavado ha roto y tapa de centrifugo con Diesel, eliminando el total de contaminante del rotor, dejante este totalmente limpio.

Verificar estado de o-rings de sellado en tapa y base de rotor. Que no se encuentren cortados o desgastados.

Verificar con alambre o atornillador muy fino, que las toberas no se encuentren obstruidas.

Con todos los componentes lavados, instalar vaselina en o-rings y armar rotor de filtro centrifugo, instalando papel centrifugo nuevo en su cuerpo.

Dar apriete firme a tuerca de tapa de rotor con llave stillson y maceta de bronce.



Fuente: Manual de partes 20V4000C23/5282010688

Figura 4-24: Desarme de rotor

4.4.6. Lavado de filtro malla y filtros canister

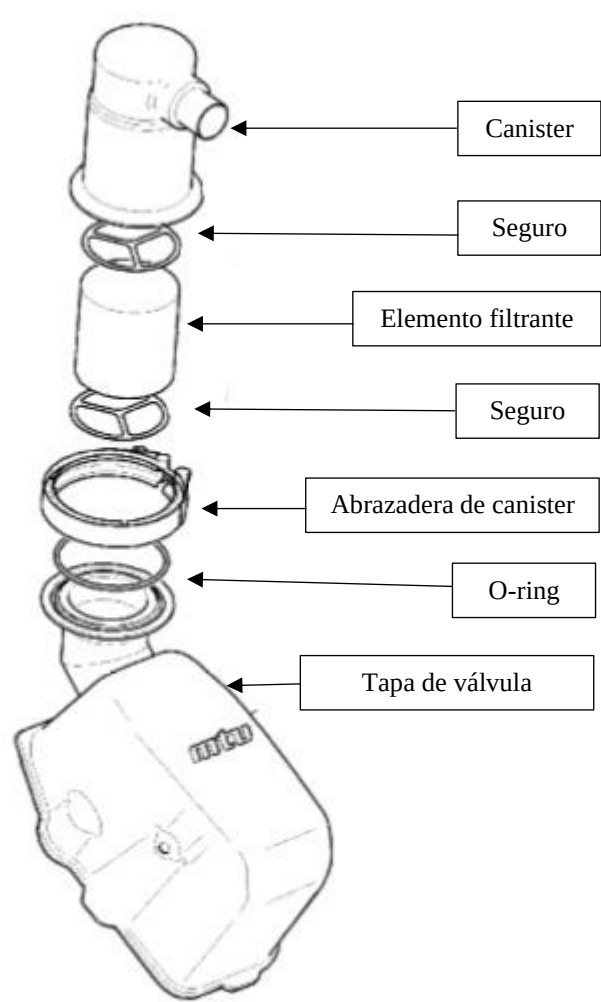
Equipado con buzo de papel y guantes de nitrilo, llenar medio recipiente para lavado con Diesel. Retirar Diesel de filtro Parker.

Lavar filtro malla sumergiéndolo en el Diesel y con ayuda de un paño y atornillador de paleta, quitar el total de particulado en su interior.

Lavar filtro, desenrollando totalmente la malla filtrante y sumergirla en el Diesel. Volver a enrollar y dejar escurrir el combustible de ella para luego montar.

Lavar los canister y seguros quitando todo contaminante de su cuerpo.

Montar el elemento filtrante ya seco en los canister.



Fuente: Manual de partes 20V4000C23/5282010688

Figura 4-25: Desmontaje canister



Fuente: Elaboración Propia

Figura 4-26: Filtro de malla lavado

4.4.7. Montaje de componentes

Equipado con arnés de seguridad y guantes de cabritilla, instalar y normalizar todos los componentes en sus respectivas ubicaciones.

4.5. ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL



Figura 4-27: EPP uso permanente

Arnés de seguridad



Fuente: Internet, www.kds.cl

Cuerda de vida tipo Y



Fuente: Internet, www.vallen.com.mx

Figura 4-28: EPP de trabajo en altura

Guantes de nitrilo



Fuente: Internet, www.estilolaboral.com

Guantes de cabritilla



Fuente: Internet, www.metalmarchile.cl

Figura 4-29: EPP protección manos

Mascara full fase



Figura 4-28: EPP protección respiratoria

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el mantenimiento de 500 horas cada actividad o tarea es tan importante como la anterior o la siguiente, desde la forma en que se retira un componente, como la forma en que se mantiene la limpieza en todo momento que se efectúa el mantenimiento.

El mantenimiento de 500 horas posee una importancia vital en la vida útil del equipo debido que es en este mantenimiento donde se examina e interviene a totalidad el motor, siendo la instancia y oportunidad para divisar, informar y corregir cualquier desviación presente en el motor que pueda alterar su correcto funcionamiento y producir a corto, mediano o largo plazo una disminución en las horas totales de operación del motor.

En el desarrollo de este informe, al aplicar los contenidos y métodos expresados en técnicos nuevos ingresados a mantenimiento, se ha logrado una rápida comprensión de las actividades y un correcto desempeño en la ejecución de las diferentes tareas presentes en la actividad de mantenimiento de 500 horas.

Al dar énfasis en el uso y aplicación de los diferentes elementos de protección personal disponibles, se genera un entorno cómodo y seguro al momento de realizar las diferentes tareas presentes en el mantenimiento, permitiendo al técnico desenvolverse con normalidad disminuyendo al mínimo el riesgo de sufrir algún daño o lesión producto de la tarea que se encuentra ejecutando.

La aplicación en conjunto de los tres tipos de mantenimiento permite generar un plan de acción completo en cada detención, es por esto que cada mantenimiento de 500 horas no es exactamente igual al anterior, puesto que este reúne todas las evaluaciones realizadas al equipo durante dichas 500 horas de trabajo. Es por esto la importancia de que el técnico maneje toda la información de cómo aplicar el mantenimiento a un motor debido que estos conocimientos le permitirán evaluar el comportamiento del motor en sus horas de trabajo.

Se recomienda, para garantizar un correcto mantenimiento a los motores, que al incluir un técnico a los equipos de trabajo este sea instruido previamente en cómo funciona el motor, sus valores característicos y en la forma de proceder para ser intervenido. De esta forma garantizas el integrar un apoyo al equipo de técnicos generando fluidez en los trabajos y disminuyendo el riesgo que se presenten errores en la ejecución de las tareas.

BIBLIOGRAFÍA

- GÓMEZ DE LEON Félix, Tecnología del mantenimiento industrial, Universidad de Murcia 1998, ISBN 84-8371-008-0
- SPARE PART CATALOG MTU, 20V4000C23/5282010688
- Technical Documentation MTU, Instruction for Exchange of sub-assemblies MS22002/00E
- Prescripciones de las materias de servicio MTU, A00 1061/38S, año 2018