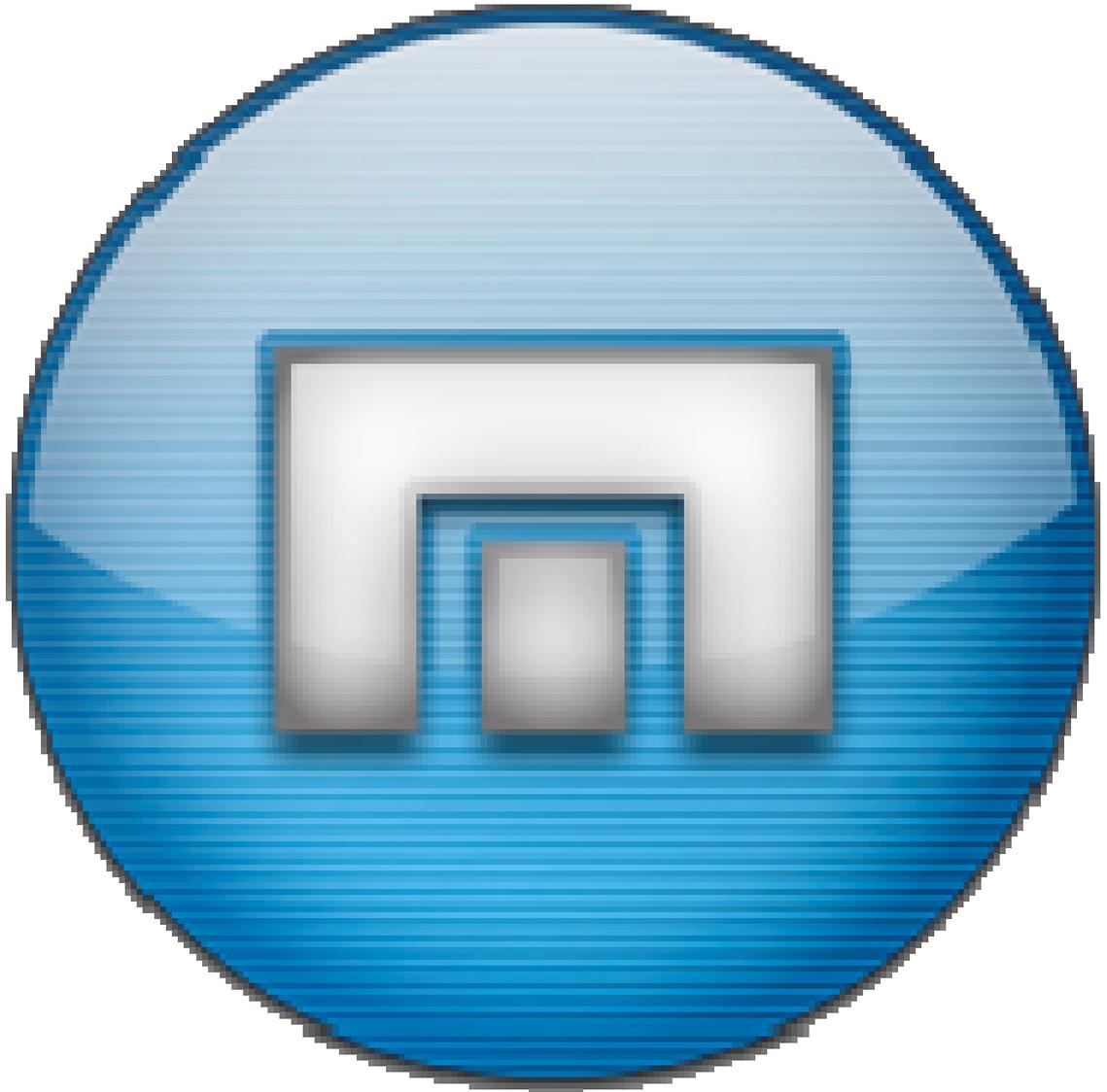


“INLINE MAINTENANCE”





**IMPLEMENTACION DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
“*INLINE MAINTENANCE*” PARA MAQUINARIA PESADA.
(RETROEXCAVADORAS, MOTONIVELADORAS)**

**ENNUAR FERNANDO GAZABON PINEDO
JOHN ALEXANDER BERRIO GARCIA**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
FACULTAD DE INGENIERÍAS MECANICA Y MECATRÓNICA
CARTAGENA DE INDIAS D. T. Y C.**

2009



**Universidad
Tecnológica de Bolívar**
CARTAGENA DE INDIAS

**IMPLEMENTACION DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
“*INLINE MAINTENANCE*” PARA MAQUINARIA PESADA.
(RETROEXCAVADORAS, MOTONIVELADORAS)**

**ENNUAR FERNANDO GAZABON PINEDO
JOHN ALEXANDER BERRIO GARCIA**

**MONOGRAFIA PARA OPTAR POR EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO**

**ING. JUAN FAJARDO
DIRECTOR**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
FACULTAD DE INGENIERÍAS MECANICA Y MECATRÓNICA
CARTAGENA DE INDIAS D. T. Y C.**

2009

Nota de aceptación

Firma de presidente del jurado

Firma del Jurado

Firma del jurado

CARTAGENA DE INDIAS D.T. Y C. DEL 2009

Señores:

Comité de grado

Programa de Ingeniería Mecánica

Universidad Tecnológica de Bolívar

Ciudad

Con la presente me permito someter para su estudio, consideración y aprobación la monografía titulada "**implementacion de un programa de mantenimiento preventivo *inline maintenance* para maquinaria pesada**", realizada por los estudiantes Ennuar Fernando Gazabon Pinedo y John Alexander Berrio García, para obtener el título de Ingeniero Mecánico.

Cordialmente,

Ennuar Fernando Gazabon Pinedo

Jhon Alexander Berrio García

**ARTICULO 107 DEL REGLAMENTO ACADEMICO DE LA UNIVERSIDAD
TECNOLOGICA DE BOLIVAR**

La Universidad se reserva el derecho de propiedad intelectual de todos los Trabajos de grado aprobados, los cuales no pueden ser explotados Comercialmente sin autorización.

AUTORIZACIÓN

Cartagena de Indias D.T Y C. junio de 2009

Yo Ennuar Fernando Gazabon Pinedo, identificado con la cedula de ciudadanía Numero 73.202.765 de Cartagena (Bolívar), autorizo a la Universidad Tecnológica de Bolívar para hacer uso de mi trabajo de grado y publicarlo en el catalogo online de la biblioteca.

Ennuar Fernando Gazabon Pinedo
C.C # 73.202.765 de Cartagena

CONTENIDO

RESUMEN

INTRODUCCIÓN

FORMULACION DEL PROBLEMA

IMPACTO DE LA INVESTIGACION

OBJETIVOS

1 GENERALIDADES DEL MANTENIMIENTO	22
1.1. CONCEPTOS GENERALES DEL MANTENIMIENTO.	22
1.2. MANTENIMIENTO CORRECTIVO.	24
1.3. MANTENIMIENTO PREVENTIVO.	25
2 EQUIPOS A ANALIZAR	28
2.1 RETROEXCAVADORAS HITACHI EX200-2, EX200-3 EX330-5; CATERPILLAR EX320CL.	28
2.2 MOTONIVELADORA 120G, 120H CATERPILLAR Y 720A SERIE III CHAMPION.	31
3 “INLINE - CODE” - CODIFICACION DE PLANES, ITEMS Y MAQUINARIA.	34
3.1 CODIFICACIÓN DE PLANES	34
3.2 CODIFICACIÓN DE MAQUINAS	35

4 GESTION DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA RETROEXCAVADORAS Y MOTONIVELADORAS.	36
4.1. RUTINAS DE MANTENIMIENTO.	37
4.2 GUIA DE ACTIVIDADES PREVENTIVAS (INSPECCION Y REEMPLAZO) REALIZADAS POR SISTEMA	37
4.3 GUIA DE ACTIVIDADES PREVENTIVAS (INSPECCION Y REEMPLAZO), PARA LOS PERIODOS DE MANTENIMIENTO ASIGNADOS POR MAQUINA Y SUS SISTEMAS.	39
4.3.1 PARA RETROEXCAVADORA	39
4.3.2 PARA MOTONIVELADORA	55
5 FILTROS Y FLUIDOS PARA RETROEXCAVADORAS Y MOTONIVELADORAS.	68
5.1. RECOMENDACIONES PARA USO DE FILTROS ACEITE, COMBUSTIBLE PARA RETROEXCAVADORA Y MOTONIVELADORA.	69
5.1.2 RECOMENDACIONES PARA USO DE FILTROS DE AIRE Y AGUA PARA RETROEXCADORAS Y MOTONIVELADORAS.	71
5.2 LUBRICANTES Y REFRIGERANTES.	74
5.2.1 CLASIFICACION SEGÚN SU NATURALEZA.	74
5.2.2 PROPIEDADES DE LOS LUBRICANTES	75
5.2.2.1 FISICAS.	75
5.2.2.2 TERMICAS.	76
5.2.2.3 QUIMICAS.	77
5.2.3 ADITIVOS.	77
5.2.4 CLASIFICACION DE ACEITES PARA MOTOR DE RETROEXCAVADORAS Y MOTONIVELADORAS.	78

5.2.4.1 CLASIFICACION SAE.	79
5.2.4.2 CLASIFICACION API.	80
5.2.4.2.1 PARA MOTORES A GASOLINA.	81
5.2.4.2.2 PARA MOTORES DIESEL.	82
5.3 RECOMENDACIONES PARA USO DE ACEITES EN RETROEXCAVADORAS Y MOTONIVELADORAS.	83
5.3.1 ACEITE DE MOTOR.	83
5.3.2 ACEITE DE LA SERVOTRASMISION.	84
5.3.3 ACEITE DEL SISTEMA HIDRAULICO.	85
6. IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PROACTIVO PARA AUMENTAR LA CONFIABILIDAD	86
6.1 ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO	86
6.2 MONITOREO POR CONDICIÓN	87
6.3 LAS TÉCNICAS DE MONITOREO DE CONDICIÓN QUE PODRÍAN SER APLICABLES.	89
6.4 EL ANÁLISIS DE ACEITE COMO HERRAMIENTA DEL MANTENIMIENTO PROACTIVO EN FLOTAS DE MAQUINARIA PESADA	91
6.5. BENEFICIOS DE UTILIZAR EL ANÁLISIS DE ACEITE	92
6.6 PRUEBAS DE ACEITES QUE RECOMENDADAS PARA MAQUINARIA PESADA	94
6.6.1 PARA EL MOTOR DIESEL	95
6.6.2 CIRCUITOS HIDRÁULICOS	96
6.6.3 DOCE RAZONES PARA APLICAR MANTENIMIENTO PROACTIVO.	98
7. SOFTWARE PARA LA EJECUCIÓN DEL MANTENIMIENTO “INLINE MAINTENANCE v1.0”	99
7.1. DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE	100

7.2. INSTRUCCIONES DE USO Y CAPACITACIÓN.	101
8. SUGERENCIAS PARA DETERMINAR LAS FRECUENCIAS ÓPTIMAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.	121
9. IMPACTO EN LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO DEL SOFTWARE “INLINE MAINTENANCE V1.0”	126
CONCLUSIONES	
BIBLIOGRAFIA	

GUIA DE, FIGURAS, TABLAS, GRAFICAS Y ANEXOS.

FIGURAS

FIGURA 1. RETROEXCAVADORA	Pág.27
FIGURA 2. MOTONIVELADORA	Pág.30
FIGURA 3. MOTOR 6L DIESEL RETROEXCAVORA	Pág.44
FIGURA 4. MOTOR 6L DIESEL RETROEXCAVORA	Pág.44
FIGURA 5. BOMBAS SIST. HIDRAULICO RETROEXCAVADORA	Pág.45
FIGURA 6. BOMBAS SIST. HIDRAULICO RETROEXCAVADORA	Pág.45
FIGURA 7. FILTRO PRIMARIO COMBUSTIBLE	Pág.46
FIGURA 8. FILTRO PRIMARIO COMBUSTIBLE	Pág.46
FIGURA 9. TURBOCARGADOR	Pág.47
FIGURA 10 SISTEMA DE ESCAPE	Pág.47
FIGURA 11 SISTEMA DE REFRIGERACION	Pág.48
FIGURA 12. SISTEMA DE REFRIGERACION RADIADOR	Pág.48
FIGURA 13. SISTEMA ADMISIÓN AIRE Y FILTRACIÓN AIRE DEL MOTOR	Pág.49
FIGURA 14. SISTEMA ADMISIÓN AIRE Y FILTRACIÓN AIRE DEL MOTOR	Pág.49
FIGURA 15. MÚLTIPLE HIDRÁULICO DE GATOS DEL BOOM Y PLUMA	Pág.50
FIGURA 16. MÚLTIPLE HIDRÁULICO DE GATOS DEL BOOM Y PLUMA	Pág.50
FIGURA 17. MULTIPLE HIDRAULICO CENTER DE GIRO	Pág.51
FIGURA 18. MULTIPLE HIDRAULICO CENTER DE GIRO	Pág.51
FIGURA 19. MANGUERAS DISTRIBUCION HIDRAULICA DE GATOS DEL BOOM.	Pág.52
FIGURA 20. SIST DISTRIBUCION GATOS GEMELOS	Pág.53
FIGURA 21. GATOS GEMELOS	Pág.53
FIGURA 22. CONTROL DE MANDOS DE MOVIMIENTOS:	Pág.54

GIRO, CARGA Y MARCHA.

FIGURA 23. TABLERO DE INSTRUMENTACION	Pág.54
FIGURA 24. MOTOR DIESEL	Pág.58
FIGURA 25. MOTOR DIESEL	Pág.58
FIGURA 26. BOMBAS SIST. HIDRAULICO MOTONIVELADORA	Pág.59
FIGURA 27. BOMBAS SIST. HIDRAULICO MOTONIVELADORA	Pág.59
FIGURA 28. FILTRO PRIMARIOS DE COMBUSTIBLE	Pág.60
FIGURA 29. FILTRO PRIMARIOS DE COMBUSTIBLE	Pág.60
FIGURA 30. TURBOCARGADOR	Pág.61
FIGURA 31. TURBOCARGADOR	Pág.61
FIGURA 32. SISTEMA ADMISIÓN AIRE Y FILTRACIÓN AIRE DEL MOTOR	Pág.62
FIGURA 33. SISTEMA ADMISIÓN AIRE Y FILTRACIÓN AIRE DEL MOTOR	Pág.62
FIGURA 34. BANCO PRINCIPAL DE VALVULAS DE GATOS Y MANDOS FINALES -- (VISTA SUPERIOR)	Pág.63
FIGURA 35. BANCO PRINCIPAL DE VALVULAS DE GATOS Y MANDOS FINALES – (VISTA LATERAL	Pág.63
FIGURA 36. TABLERO DE INSTRUMENTACION	Pág.64
FIGURA 37. CONTROL DE MANDOS DE MOVIMIENTOS: GATOS, CUCHILLA	Pág.65
FIGURA 38. CONTROL DE MANDOS DE MOVIMIENTOS: GATOS, CUCHILLA	Pág.65
FIGURA 39. CONTROL DE MANDOS DE MOVIMIENTOS: MARCHA DE LA MAQUINA (ATRÁS, ADELANTE, VELOCIDADES)	Pág.66
FIGURA 40. CONTROL DE MANDOS DE MOVIMIENTOS: VELOCIDADES, MARCHA (DELANTE – NEUTRO – REVERSA)	Pág.66
FIGURA 41. SISTEMA GATOS MOVIMIENTOS DE LA CUCHILLA	Pág.67

**FIGURA 42. SISTEMA GATOS MOVIMIENTOS DE LA CUCHILLA, Pág.67
(ROTACION DE TORNAMESA Y GATO ENTRADA Y SALIDA CUCHILLA)**

TABLAS

TABLAS 1.GUIAS DE ACTIVIDADES PREVENTIVAS REALIZADAS POR SISTEMA	Pág. 37
TABLA 2. GUIA DE ACTIVIDADES PREVENTIVAS PARA TODOS LOS PERIDOS DE MANTENIMIENTO PARA RETROEXCAVADORA.	Pág. 39
TABLA 3. GUIA DE ACTIVIDADES PREVENTIVAS PARA TODOS LOS PERIDOS DE MANTENIMIENTO PARA MOTONIVELADORAS.	Pág. 55
TABLA 4. ESPECIFICACIONES ESPECIALES A LA HORA DE SELECCIONAR SUS FILTROS	Pág. 70
TABLA 5. CARACTERÍSTICAS, VENTAJAS Y DESVENTAJAS FILTROS SEPARADORES DE AGUA	Pág. 72
TABLA 6. CARACTERÍSTICAS, VENTAJAS Y RESULTADOS FILTROS SEPARADORES DE AIRE.	Pág. 73
TABLA 7. CLASES DE ACEITES EN FUNCIÓN DE SU VISCOSIDAD	Pág. 79
TABLA 8. CLASIFICACIÓN API MOTORES A GASOLINA	Pág. 81
TABLA 9. CLASIFICACIÓN API MOTORES DIESEL.	Pág. 82

TABLA 10 .PRINCIPALES CONSECUENCIAS SOBRE LA SUPERFICIE METÁLICA, SEGÚN EL TIPO DE CONTAMINANTE.	Pág. 94
---	----------------

TABLA 11. MATRIZ DE FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTO	Pág. 125
---	-----------------

GRAFICAS

GRAFICA 1. BARRA DE INICIO	Pág. 102
GRAFICA 2. BARRA PROCESOS DE EJECUCION	Pág. 102
GRAFICA 3 BARRA TIPOS Y ACCIONES DE MANTENIMIENTO	Pág. 102
GRAFICA 4. BARRA HOJAS DE VIDA EQUIPOS	Pág. 103
GRAFICA 5. BARRA LISTADO MAESTRO DE EQUIPOS EN ANALISIS	Pág. 103
GRAFICA 6. HORAS TOTALES TRABAJADAS	Pág. 103
GRAFICA 7. TIEMPO DE TRABAJO Y HORAS PARADA DE LOS EQUIPOS	Pág. 104
GRAFICA 8. CANTIDADES DE MANTENIMIENTO	Pág. 104
GRAFICA 9. PANEL DE CONTROL PRINCIPAL (INICIO)	Pág. 104
GRAFICA 10. REGISTRO HORAS TRABAJADAS POR EQUIPO	Pág. 105
GRAFICA 11. REGISTRO ERROR VALOR DIGITADO	Pág. 106
GRAFICA 12 .REGISTRO TANQUEO EN GAL	Pág. 107-108
GRAFICA 13 .REGISTRO PARADAS DE MAQUINA	Pág. 109
GRAFICA 14 .SELECCION EQUIPO EN ORDEN DE MANTENIMIENTO	Pág. 110
GRAFICA 15. SELECCION TIPO MANTENIMIENTO	Pág. 110
GRAFICA 16. PARADA DE MAQUINA	Pág. 111
GRAFICA 17. ORDEN MANTENIMIENTO PREVENTIVO (SIN DIGITAR SELECCIÓN)	Pág. 112
GRAFICA 18. ORDEN MANTENIMIENTO	Pág. 113

(DIGITANDO SELECCION)	
GRAFICA 19. HISTORIALES DE MANTENIMIENTO	Pág. 114
GRAFICA 20. HISTORIALES DE MANTENIMIENTO (DESCRIPCION DEL TIPO MTTO)	Pág. 114
GRAFICA 21. HISTORIALES DE MANTENIMIENTO (ELEMENTOS Y PARTES REEMPLAZABLES)	Pág. 115
GRAFICA 22. CURVAS DE TANQUEO MENSUAL	Pág. 116
GRAFICA 23. CURVAS DE TANQUEO ANUAL	Pág. 116
GRAFICA 24. CURVAS DE DISPONIBILIDAD MENSUAL	Pág. 117
GRAFICA 25. CURVAS DE DISPONIBILIDAD ANUAL	Pág. 117
GRAFICA 26. HORAS TRABAJADAS MENSUALMENTE	Pág. 118
GRAFICA 27. HORAS TRABAJADAS ANUALMENTE	Pág. 118
GRAFICA 28. ACCIONES DE MTTO	Pág. 119
GRAFICA 29. TARJETA MAESTAR DE EQUIPOS	Pág. 120
ANEXOS	
ANEXO 1. CLASIFICACION DE NORMATIVA	Pág. 131
ANEXO 2. CLASIFICACION VISCOSIDAD SAE (ACEITE MOTOR)	Pág. 132
ANEXO 3. CLASIFICACION VISCOSIDAD SAE (TRANSMISIONES)	Pág. 133

RESUMEN

“INLINE MAINTENANCE v1.0” es un cronograma de actividades sistemáticas encaminadas a determinar ,controlar e interpretar las posibles fallas presentes en la maquinaria pesada, esta basado en el estudio del comportamiento de los equipos, aplicando mantenimiento centrado en confiabilidad, el marco de desarrollo de este programa abarca en primera instancia la clasificación y codificación de la maquinaria de acuerdo a sus características especiales, luego se realizo un análisis de los procesos existentes y su posterior mejoramiento para satisfacer las necesidades del mantenedor, por otra parte se realizo una detallada selección de repuestos e insumos, para que dicho trabajo fuera exitoso ,realizando recomendaciones en el uso de filtros ,fluidos etc.; luego de esto se procedió a la implementación del plan como tal ,para aumentar la confiabilidad y su integración con el software desarrollado ;también se realizaron sugerencias para determinar las frecuencias optimas de mantenimiento preventivo y un análisis del impacto de dicho programa en el ahorro de costos totales por la implementación del mismo.

Este documento se encuentra estructurado en forma de manual de equipo de tal forma, de que el mantenedor se encuentre familiarizado con el manejo del contenido, basando en diagramas y tablas las cuales explican su contenido y utilización, ademas de que se encuentra apoyado de un numero importante de graficas descriptivas de los componentes y equipos, que lo ayudaran para un mayor entendimiento y tener una idea cada ves mas clara del los conceptos aquí expuestos.

INTRODUCCION

Frecuentemente nos encontramos con casos de grandes pérdidas de dinero en las diferentes industrias mundiales debido a distintos tipos de fallas en plantas y equipos por descuidos en rutinas simples de mantenimiento; por eso, cada día las empresas invierten mas en este campo, para optimizar los procesos y minimizar las consecuencias de una posible falla y nos da una idea de la magnitud de la importancia del mantenimiento, pero mas halla de corregir fallas y optimizar procesos ,esta el verdadero objetivo del mantenimiento “el ahorro de dinero y mayor rendimiento a menor costo” por tal razón ,el programa de mantenimiento preventivo **“INLINE MANTEINANCE”** para maquinaria pesada, trata de configurar una relación sistemática entre el mantenimiento preventivo y RCM ,que conjugue las bondades de ambos para producir el mejor desarrollo del programa.

El problema no radica en una mala implementación de estos procesos, sino más bien en que la poca eficiencia de los mismos, por eso, partiendo de lo recomendado por cada ejecutor de programas de mantenimiento y fabricante de componentes y equipos, se busca mejorar cada proceso de mantenimiento para conseguir un alto estándar de calidad y eficiencia.

Por otra parte la alta exigencia técnica y eficiencia requerida para la labor realizada por la maquinaria pesada, debido a las condiciones especiales de uso y a la cantidad de horas de servicio, requieren de un estricto, eficiente y flexible plan de mantenimiento el cual les permitan tener la disponibilidad de la maquinaria en el mismo instante que se requieran y a la vez cada uno de estos equipos en un nivel optimo para las actividades realizadas en las obras.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Es posible implementar un programa de mantenimiento el cual nos permita mantener el rendimiento óptimo de la maquinaria pesada, durante el tiempo estimado de servicio sin que se vea afectado el rendimiento o requerimientos de los equipos?

¿Obtendrá un gran impacto de tipo económico el programa de mantenimiento “**INLINE**” en la vida útil y en el rendimiento eficiente y óptimo de la maquinaria pesada?.

IMPACTO DE LA INVESTIGACIÓN

Una buena disponibilidad del servicio, fiabilidad así como gastos de operación y mantenimiento los mas bajo posible solo pueden conseguirse por medio de un mantenimiento y cuidado de los equipos según las prescripciones y recomendaciones del fabricante y la correcta implementación y eficiencia del plan de mantenimiento **“INLINE”**.

Las horas de servicio dadas así como los trabajos de control y mantenimiento se basan en el resultado promedio de las experiencias acumuladas en el servicio. Así que las horas de servicio indicadas y la previsión de los distintos trabajos solo pueden ser valores orientativos. En condiciones especiales puede resultar necesario modificar el plan de mantenimiento

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

Análisis, desarrollo e implementación, del Programa de mantenimiento preventivo “**INLINE**” para maquinaria pesada.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Analizar las condiciones actuales de los equipos, condiciones de operación y disponibilidad de los mismos.
- Determinar cuales son las fallas mas frecuentes y como podemos controlar dichas fallas de la maquinaria pesada en general
- Actualizar y optimizar los procesos de mantenimiento implementados en la maquinaria pesada en general
- Aplicar una guía sistemática de mantenimiento para los componentes y equipos que conforman la maquinaria pesada en general

1. GENERALIDADES DEL MANTENIMIENTO

1.1. CONCEPTOS GENERALES DEL MANTENIMIENTO

El mantenimiento en general está definido como un servicio que agrupa una serie de actividades cuya ejecución permite alcanzar un mayor grado de confiabilidad en los equipos, máquinas, construcciones civiles, instalaciones o en otras palabras en cualquier activo.

Es evidente entonces que el concepto de mantenimiento está totalmente relacionado con la confiabilidad, esa es la esencia de esta actividad, la confiabilidad en que los equipos funcionarán sin paradas indeseadas con las consecuentes pérdidas económicas. Un equipo que opera en forma segura, funcional y mantiene una buena apariencia, da beneficios económicos y permite mantener una productividad real de la empresa.

Los principales objetivos del mantenimiento son entonces evitar, reducir y en su caso reparar las fallas sobre los bienes precipitados, además disminuir la gravedad de las fallas que no se lleguen a evitar, así como también evitar paradas de planta o maquinaria indeseadas, evitar accidentes e incidentes aumentando la seguridad de las personas, conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación, balancear el costo de mantenimiento con el correspondiente al lucro cesante y alcanzar o prolongar la vida útil de los activos.

El mantenimiento adecuado, tiende a prolongar la vida útil de los bienes, a obtener un rendimiento aceptable de los mismos durante más tiempo y a reducir el número de fallas. Decimos que algo falla cuando deja de brindarnos el servicio que debía

darnos o cuando aparecen efectos indeseables, según las especificaciones de diseño con las que fue construido o instalado el bien en cuestión.

Las fallas podemos clasificarlas de la siguiente forma:

Fallas Tempranas

Ocurren al principio de la vida útil y constituyen un porcentaje pequeño del total de fallas. Pueden ser causadas por fallas de materiales, de diseño o de montaje.

Fallas adultas

Son las fallas que presentan mayor frecuencia durante la vida útil. Son derivadas de las condiciones de operación y se presentan más lentamente que las anteriores (suciedad en un filtro de aire, cambios de rodamientos de una máquina, etc.).

Fallas tardías

Representan una pequeña fracción de las fallas totales, aparecen en forma lenta y ocurren en la etapa final de la vida del bien (envejecimiento del aislamiento de un pequeño motor eléctrico, pérdida de flujo luminoso de una lámpara, etc.).

Existen además otros términos relacionados con el mantenimiento de manera estrecha, que son de gran importancia para el manejo del término global “**MANTENIMIENTO**”, dichos conceptos son los de *disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad*.

Disponibilidad: Al referirnos a una máquina tiene que ver con la relación de tiempo que está operando o en capacidad de hacerlo en condiciones seguras comparado con el tiempo total.

Confiabilidad: Probabilidad de que un equipo o sistema no falle dentro del tiempo y condiciones de operación previstas. Su valor se da relacionado con un nivel confianza. Se puede concluir que es el grado de seguridad de que algo funcione o vaya a funcionar de acuerdo con lo esperado.

Mantenibilidad: Es la probabilidad de que a un equipo o sistema se le pueda dar el mantenimiento planeado en su diseño, incluyendo materiales, tiempo y mano de obra. Dicho de otra forma es la economía y la facilidad para dar mantenimiento. Se busca que sea en el menor tiempo posible, con el mínimo de materiales y con la menor y menos calificada mano de obra. Se dice que la *mantenibilidad* es alta cuando el mantenimiento requerido por la máquina es mínimo, obteniéndose una excelente economía.

1.2. Mantenimiento Correctivo

Se define como aquel que se realiza cuando las fallas han ocurrido. No se puede prever cuando ocurrirá. En este tipo de mantenimiento las máquinas operan en forma continua, sin interrupción. Pero cuando las fallas ocurren, pueden ser muy severas y pueden causar daños a otros componentes, es decir se llega a los que se conoce como una falla catastrófica. Este tipo de mantenimiento por lo general requiere de mayor cantidad de mano de obra y lo más probable, es un pago excesivo por compra de repuestos, así como la pérdida de producción de la máquina.

Este mantenimiento se puede clasificar en dos, uno planificado y otro no Planificado.

Planificado:

Se sabe con antelación qué es lo que debe hacerse, de modo que cuando se pare el equipo para efectuar la reparación, se disponga del personal, repuesto y documentos técnicos necesarios para realizarla correctamente.

No Planificado:

Es el mantenimiento de emergencia (reparación de roturas). Debe efectuarse con urgencia ya sea por una avería imprevista a reparar lo más pronto posible o por una condición imperativa que hay que satisfacer (problemas de seguridad, de contaminación, de aplicación de normas legales, etc.).

1.3. MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Se realiza con el fin de evitar fallas basándose en parámetros de diseño como producto del estudio juicioso de los fabricantes de partes y del conjunto en general del equipo. Se sustenta en estudios estadísticos y en los criterios de diseño (vida útil). Este tipo de mantenimiento reduce hasta en un 30% los costos de mantenimiento. Esta filosofía de mantenimiento está basada en el conocimiento de que las maquinas se desgastan con el tiempo, y con dicho conocimiento requerido en los equipos. Además, este tipo de mantenimiento tiene el problema fundamental que esta basado en el tiempo, con el cual, una maquina puede fallar antes del servicio y tendríamos una falla catastrófica, o se puede cambiar un rodaje cuando ya se cumplió el tiempo, estando el rodaje aún en muy buenas condiciones.

La insuficiencia o el exceso de Mantenimiento Preventivo aplicado a los equipos tendrá consecuencias negativas que afectaran tanto a Disponibilidad de los mismos como a la Confiabilidad en la operación, por lo anterior es de vital importancia determinar la frecuencia optima de Mantenimiento a los equipos y evitar caer en un submantenimiento o en un sobremantenimiento que en ambos casos reflejan altos costos y baja disponibilidad. En el caso de caer en submantenimiento se obtiene un bajo costo de Mantenimiento Preventivo pero un alto costo de Mantenimiento Correctivo, lo que produce perdidas productivas por

baja disponibilidad a causa de fallas en el equipo y así mismo incurre en un alto costo por consumo e inventario de refacciones.

En el otro caso un sobremantenimiento produce un alto costo de Mantenimiento Preventivo y un bajo costo de Mantenimiento Correctivo de esta manera se obtienen pérdidas productivas por baja disponibilidad debido al exceso de paros programados de mantenimiento al equipo.¹

Un buen programa de mantenimiento preventivo debe incluir:

- Inspecciones periódicas de los activos de la planta y de sus equipos con el objetivo de descubrir condiciones que puedan causar fallas en los equipos o una depreciación perjudicial.
- Efectuar el mantenimiento necesario para arreglar o corregir tales condiciones mientras están en la etapa no peligrosa y antes de que alcancen mayores proporciones.
- Un programa de mantenimiento preventivo rendirá beneficios muy superiores a su costo
- Un buen programa de mantenimiento preventivo dará como resultado, menos horas de parada de producción como resultado de menores paradas de la maquinaria o los equipos

¹ Memorias del Minor de mantenimiento industria. Colombia Cartagena, Marzo 2007

- Menor conservación de los activos y aumento de su vida promedio como resultado de la eliminación del reemplazo prematuro de la maquinaria y de los equipos
- Reducción del costo de las reparaciones
- Mejor control de los inventarios de repuesto mediante la utilización de los mismos repuestos
- Mejores relaciones industriales al disminuir paradas que producen pérdidas de tiempo y de incentivo.

2. EQUIPOS A ANALIZAR

2.1 RETROEXCAVADORA EX200-2, EX200-3 HASTA EX330-5 HITACHI, EX320CL CATERPILLAR

FIGURA 1. RETROEXCAVADORA



La retroexcavadora (**ver figura 1**), es una de las maquinas mas versátiles en las áreas de construcción y de obras civiles, en lo se refiere a movimientos de tierra y traslado de materiales.

Se caracteriza por un robusto diseño de sección de brazo y balde, que es además estrecho, de forma que la visibilidad es excelente a todo lo largo del brazo hasta el balde sea cual sea la profundidad a la que se excave.

El chasis de la retroexcavadora es fabricado de manera muy resistente, de está manera se consiguen mejor índice de productividad resistencia y durabilidad gracias a su diseño como cargadora y excavadora versátil. En cuanto a la

capacidad de excavación es excepcional gracias a la geometría y al potente sistema hidráulico.

La transmisión de cuatro velocidades sincronizadas que poseen las retroexcavadoras permite al operario cambiar rápidamente y con suavidad entre avance y retroceso. Esto elimina las cargas por sacudidas en los componentes del árbol de transmisión, aumenta la comodidad del operario y proporciona un control superior de la manipulación de la carga. Un botón de volcado de la transmisión dispuesto en la palanca multifunción de la cargadora permite al operario acortar los tiempos de carga dirigiendo toda la potencia del motor a la cargadora para aumentar la productividad.

El sistema de comandos que existe en la retroexcavadora se ha desarrollado para que las posiciones de trabajo que posee el operador sean más personalizadas con ajustes longitudinal y lateral lo cual asegura la precisión de los movimientos minimizando así el esfuerzo físico del operador.

La cabina de las retroexcavadoras cuenta con visibilidad panorámica, todos los mandos se encuentran situados de manera ergonómica y el nivel de ruido interior es muy bajo en la cabina. En términos de seguridad la cabina lleva un inmovilizador electrónico que bloquea las funciones del motor.

Los motores usados tanto por la retroexcavadora como otras maquinas destinadas a trabajo pesado son de tipo diesel, usan este tipo de motor por su potencia y por costo debido a que es más barato el combustible

Los motores diesel la característica principal que poseen, es que aspiran aire puro, sin mezcla de combustible, en el tiempo de compresión el aire se comprime con lo que alcanza una temperatura extraordinariamente alta, estos motores son muy

largos y costosos pero resultan muy regulares y potentes a la hora de su ejecución es por eso que son usados en este tipo de maquinaria.

El sistema hidráulico de las maquinas retroexcavadoras es de flujo compensado, esto quiere decir que asegura que la máxima potencia disponible ira dirigida donde mas se necesite, este sistema permite la movilidad de los movimientos simultáneos aunque el motor trabaje a bajo régimen cual es el beneficio de esto, que reduce los ruidos molestos. También esta maquina posee mandos mecánicos o servo asistidos

El operador manda la retroexcavadora por medio de palancas actuando sobre válvulas que mandan el aceite a presión al correspondiente cilindro para mover el aguijón, el balde y el brazo excavador.

2.2 MOTONIVELADORA 120G, 120H CATERPILLAR Y 720A SERIE III CHAMPION.

FIGURA 2. MOTONIVELADORA



En obras civiles, muchos proyectos de movimientos de tierra exigen que la plataforma este acabada con cuidado, de tal forma que la superficie sea uniforme y plana, sin ondulaciones o surcos. Aunque un conductor habilidoso puede conseguir, en muchos casos con un bulldozer, resultados mas adecuados, la Motoniveladora (**ver figura 2**), ha sido concebida especialmente para refinar la explanada, la superficie de la subbase en las carreteras, así como los desmontes y los rellenos, para igualar taludes de las presas de tierra y conservar los caminos de arrastre de obras.

Su función principal es nivelar, modelar o dar la pendiente necesaria al material en que trabaja. Se considera como una máquina de terminación superficial.

Diferentes sistemas que integra la motoniveladora (ver figura 2B)

Giro del círculo

Permite una rotación de 360 grados del círculo y la hoja vertedera para adaptar el ángulo de la hoja al tipo de material o características de la aplicación. El ángulo de la hoja es muy importante porque permite que el material ruede a lo largo de ella, aumentando la productividad de la Motoniveladora.

Normalmente, una Motoniveladora desplaza el material de un lado al otro del área que se está nivelando, en vez de empujarlo hacia adelante. Este desplazamiento del material por rodadura de un lado a otro de la hoja, hasta su vertido lateral, requiere menos potencia motor que si tuviera que ser empujado. Para conseguir esta acción de rodadura hay que hacer uso simultáneamente de varias de las posibilidades de la máquina, como el giro del círculo, el desplazamiento lateral de la barra de tiro y la inclinación de la hoja vertedera. (Se dispone, como opción, de un embrague deslizante ajustable para proteger el mando del círculo de las altas fuerzas horizontales que se producen en las aplicaciones severas.

La transmisión es servo transmitida, con ocho velocidades marcha adelante. Sus principales características son el control de cambio electrónico, protección de sobre velocidad de motor, una sola palanca permite controlar la velocidad, sentido de la marcha y freno de estacionamiento, tiene un pedal de marcha lenta, el servicio del freno de estacionamiento interno puede realizarse sin desmontar la transmisión, tiene un conector de diagnosis para mayor facilidad de localización de averías, montada elásticamente al bastidor.

Un solo regulador de la palanca proporciona el acceso rápido a ocho velocidades uniformemente caminadas delanteras y cuatro reversas para emparejar cualquier trabajo.

El sistema hidráulico con sensor de carga reduce el consumo de potencia del motor y el calentamiento del sistema. Las válvulas de control proporcionan caudal hidráulico equilibrado y permiten controlar los implementos con gran suavidad y precisión.

El sistema hidráulico de centro cerrado detecta la demanda de carga y mantiene una presión en el sistema de 24 bar (350lb/pulg²) por encima de la presión de carga. Los mandos del sistema están dispuestos según las normas de la industria, con palancas de poco esfuerzo y corto recorrido ubicadas en el pedestal ajustable de la dirección. El sistema tiene válvulas de bloqueo para evitar la desviación de los cilindros bajo carga en los siguientes circuitos: izamiento de la hoja, inclinación de la vertedera, deslizamiento del círculo, inclinación de las ruedas, viraje del círculo y articulación

La hoja vertedera puede trabajar en diversas posiciones para:

Nivelar y reperfil, en plano horizontal, con la hoja centrada o girada hacia un lado u otro. Si la hoja se coloca en horizontal pero con un cierto ángulo respecto a la marcha el material se amasará hacia el extremo de la hoja y formará un caballón. Por el contrario, con la hoja perpendicular a la dirección de la marcha, solo se obtiene la extensión o reperfilado del material.

3. “INLINE-CODE” CODIFICACION DE PLANES Y MAQUINARIA

INLINE-CODE se basa en un criterio de codificación que busca simplificar el reconocimiento de cada uno de los componentes o equipos que conforman dicho plan de mantenimiento.

3.1 CODIFICACIÓN DE PLANES

Planes de Mantenimiento: el código asignado para determinar el grupo de los planes de mantenimiento es “**MP.**”.

El grupo “MP.” se divide como se muestra a continuación:

- a) **MP 50H:** Que se debe realizar a las 50 horas de trabajo de la maquina.
- b) **MP 100H:** Que se debe realizar a las 100 horas de trabajo de la maquina.
- c) **MP 250H:** Que se debe realizar a las 250 horas de trabajo de la maquina.
- d) **MP 500H:** Que se debe realizar a las 500 horas de trabajo de la maquina.
- e) **MP 1000H:** Que se debe realizar a las 1000 horas de trabajo de la maquina.
- f) **MP 2000H:** Que se debe realizar a las 2000 horas de trabajo de la maquina.

NOTA: *Cada uno de los trabajos que se deben realizar en cada tipo de mantenimiento están descritos en el capitulo No 4.*

3.2 CODIFICACIÓN DE MAQUINAS

* **Retroexcavadoras:** el código asignado para determinar el grupo de retroexcavadoras es "**Exc.**".

El grupo "Exc." se divide como se muestra a continuación:

- a) **Exc A:** para la siguiente serie ex200-2.
- b) **Exc B:** para la siguiente serie ex200-3.
- c) **Exc C:** para la siguiente serie ex320lc.
- d) **Exc D:** para la siguiente serie ex330-5.

* **Motoniveladora:** el código asignado para determinar el grupo de moto niveladora es "**Mot.**".

El grupo "Mot." se divide como se muestra a continuación:

- a.) **Mot A** :para las siguientes series 120H,(caterpillar)
- b.) **Mot B** :para las siguientes series 120G,(caterpillar)
- c.) **Mot C** : para la siguiente serie 720A serie III, (champion)

4. GESTION DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA RETROEXCAVADORAS Y MOTONIVELADORAS.

El objetivo del mantenimiento preventivo es estudiar y analizar las actividades que deben realizarse con el fin de prevenir fallas

El mantenimiento preventivo consiste en una serie de acciones que se ejecutan en un programa basado en el tiempo transcurrido o basado en el tiempo de servicio del equipo. Estas acciones se realizan para descubrir, evitar, o mitigar la degradación de un sistema (o sus componentes). La meta de un mantenimiento preventivo es minimizar la degradación del sistema y de sus componentes y así sostener la vida útil del equipo.

Se realizara a través de un programa preestablecido es cual se designa de acuerdo a las características especiales de funcionamiento y operación de la maquina.

Un mantenimiento preventivo, como la lubricación y cambios del filtro, generalmente permitirá al equipo correr más eficazmente y alcanzar las metas de producción. El número de fallas disminuirá y por ende tiempo fuera de servicio del equipo.

Ventajas

- minimiza costos de mantenimiento
- permite flexibilidad en el ajuste de la periodicidad de mantenimiento
- aumenta el ciclo de vida de los componentes y del equipo
- genera ahorros de energía
- reduce las fallas del equipo y/o fallas en el proceso
- 12% a 18% de ahorro en el costo vs. en un programa de mantenimiento reactivo

Desventajas

- no elimine las fallas catastróficas
- se requiere de una mano de obra más calificada
- incluye desarrollo de actividades de mantenimiento innecesarias que tienen el potencial de daño a los componentes

4.1 RUTINAS DE MANTENIMIENTO PARA RETROEXCAVADORA Y MOTONIVELADORA.

Las rutinas de mantenimiento preventivo, determinan los periodos de inspección, cambio, limpieza u reposición de piezas, fluidos e insumos de la maquinaria, recomendados tanto como por el fabricante, el mantenedor y el proveedor de insumos.²

4.2 GUIA DE ACTIVIDADES PREVENTIVAS (INSPECCION Y REEMPLAZO), REALIZADAS POR SISTEMA.

La guía de actividades preventivas es una síntesis de las operaciones de inspección y reemplazo realizadas en cada uno de los sistemas que integran el equipo, las cuales serán descritas en la (**tabla 4A**).

TABLAS 1. GUIAS DE ACTIVIDADES PREVENTIVAS REALIZADAS POR SISTEMA

ACEITE DEL MOTOR
A. ACEITE DEL MOTOR
A.1 - VERIFICAR NIVEL ACEITE DEL MOTOR
A.2 - CAMBIO DE ACEITE DEL MOTOR
B. FILTRO DE ACEITE Y BAYPASS DEL MOTOR
B.1 - REEMPLAZO DE FILTRO Y BAYPASS

² Operation and Maintenance Manual, Caterpillar Commercial diesel engine. 2006

ACEITE DE CAJA

A. BOMBA DE TRANSMISION

A.1- VERIFICAR NIVEL DE ACEITE

A.2- CAMBIO DE ACEITE DE CAJA

B. COLUMPIO DE REDUCCION DE CAJA

B.1- VERIFICAR NIVEL DE ACEITE COLUMPIO CAJA

B.2 - CAMBIO DE ACEITE COLUMPIO DE CAJA

C. REDUCTOR DE MARCHA

C.1 - VERIFICARNIVEL DE ACEITE REDUCTOR DE MARCHA

C.2 - CAMBIO DE ACEITE DE CAJA

SISTEMA HIDRAULICO

A. VERIFICAR NIVEL DE ACEITE DEL HIDRAULICO

B .DRENAJE DEL CARTER HIDRAULICO

C. CAMBIO DE ACEITE HIDRAULICO

D. FLITRO DE SUCCION DE LIMPIEZA

E. REMPLAZO DEL FILTRO DEL TANQUE DEL HIDRAULICO

F. REMPLAZO DEL FLITRO PILOTO

SISTEMA DE COMBUSTIBLE

A. DRENAJE DEL CARTER DE COMBUSTIBLE

B. REVISION DE SEPARADOR DE AGUA

C .REEMPLAZO FILTRO DE COMBUSTIBLE

D .LIMPIEZA COLADOR DE BOMBA SIST DE COMBUSTIBLE

LIMPIADOR DE AIRE

A. PURIFICADOR DE AIRE EXTERIOR

A.1 - LIMPIEZA PURIFICADOR AIRE EXTERIOR

A.2 – REPLAZO

B. PURIFICADOR DE AIRE INTERIOR

B.1 – REPLAZO

SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

A. COMPROBAR NIVEL DE REFRIGERANTE

B. COMPROBAR Y AJUSTAR CORREA DE ABANICO

C. CAMBIO DE REFRIGERANTE

D .LIMPIAR CORAZA EXTERIOR RADIADOR DE REFRIGERA

E. LIMPIAR INTEIOR RADIADOR

LIMPIEZA ACEITE REFRIGERANTE FRONATAL DE REFRIGERA

4.3 GUIA DE ACTIVIDADES PREVENTIVAS (INSPECCION Y REEMPLAZO), PARA LOS PERIODOS DE MANTENIMIENTO ASIGNADOS POR MAQUINA Y SUS SISTEMAS.

4.3.1 Para Retroexcavadoras

TABLA 2. GUIA DE ACTIVIDADES PREVENTIVAS PARA TODOS LOS PERIODOS DE MANTENIMIENTO PARA RETROEXCAVADORA.

RESTROEXCAVADORA	
Periodo de mantenimiento	Actividades
	*Batería (Sist. Eléctrico): limpiar superficie y los

**A LAS 50 HORAS DE
OPERACIÓN**

bornes. Mantener los bornes con gelatina de petróleo. Suministrar agua desmineralizada. Apretar sujetador de batería.

* **Cilindros y mangueras (Sist. Hidráulico):** lubricar los fitting (graseras) de los pasadores y las articulaciones de los brazos. (*fig.5 - 6 - 15 - 16 - 17 - 18 - 19 - 20 - 21*)

* **Elementos indicadores de todos los Sistemas:** limpiar superficie y verificar calibración. (*fig.23*)

* **Turbo alimentador (Sist. Admisión y escape):** limpiar filtro de aire. (*fig.9*)

* **Tuberías de admisión y escape (Sist. Admisión y escape):** revisar y ajustar abrazaderas. (*fig.10 - 13 - 14*)

* **Cadenas y Sproker (Sist. De rodaje):**
Lubricar rodamientos del Sproker.

**A LAS 100 HORAS DE
OPERACIÓN**

* **Válvulas (Sist. Hidráulico):** lubricar las graseras (*fig.15 - 16 - 17 - 18*)

**A LAS 250 HORAS DE
OPERACIÓN**

* **Alternador (Sist. Eléctrico):** limpiar superficie, ajustar conexiones y correas.

* **Motor de arranque (Sist. Eléctrico):** limpiar superficie, ajustar conexiones.

* **Ventilador y radiador (Sist. Enfriamiento):** engrasar cojinetes de poleas del ventilador y ajustar correa. (*fig.11 - 12*)

* **Bomba de aceite hidráulico (Sist. Hidráulico):** cambio de filtro de caja drenaje y cambio de filtro piloto. (*fig.5 - 6*)

* **Rodillos (Sist. De rodaje):** revisar, limpiar y engrasar.

* **Rueda tensora (Sist. De rodaje):** revisar, limpiar y engrasar la barra tensora.

* **Motor:** cambio de filtro de aceite lubricación.

**A LAS 500 HORAS DE
OPERACIÓN**

***Tanque de aceite hidráulico (Sist. Hidráulico):**
cambio de filtro de retorno y limpiar el colador.

* **Tanque de combustible (Sist. combustible):**
cambio de filtro y limpiar colador. (*fig.7 - 8*)

* **Bomba de combustible (Sist. combustible):**
cambio de filtros, operar el Bombin.

* **Sistema de inyección (Sist. combustible):**
revisar sellos, empaques y racores de tubería.
(*fig.3 – 4 – 8*)

* **Motor:** cambio de aceite. (*fig.3*)

* **Cadenas (Sist. De rodaje):** revisar cojinetes y sellos de sproker. Engrasar y ajustar las zapatas.

**A LAS 1000 HORAS DE
OPERACIÓN**

* **Motor de rotación (Sist. De rodaje)** cambio de aceite y filtros.

* **Transmisión (Sist. Transmisión):** cambio de filtros.

**A LAS 2000 HORAS DE
OPERACIÓN**

* **Mandos finales (Sist. De rodaje):** cambio de aceite.

* **Sistema hidráulico:** cambio de aceite. (*fig.5 - 6*)

* **Sistema de transmisión:** cambio de aceite.

* **Turbo alimentador (Sist. Admisión):** cambio de filtro de aire. (*fig.9*)

PERIODOS DE MANTENIMIENTO

FIGURA 3. MOTOR 6L DIESEL RETROEXCAVORA



FIGURA 4. MOTOR 6L DIESEL RETROEXCAVORA



FIGURA 5. BOMBAS SIST. HIDRAULICO RETROEXCAVADORA

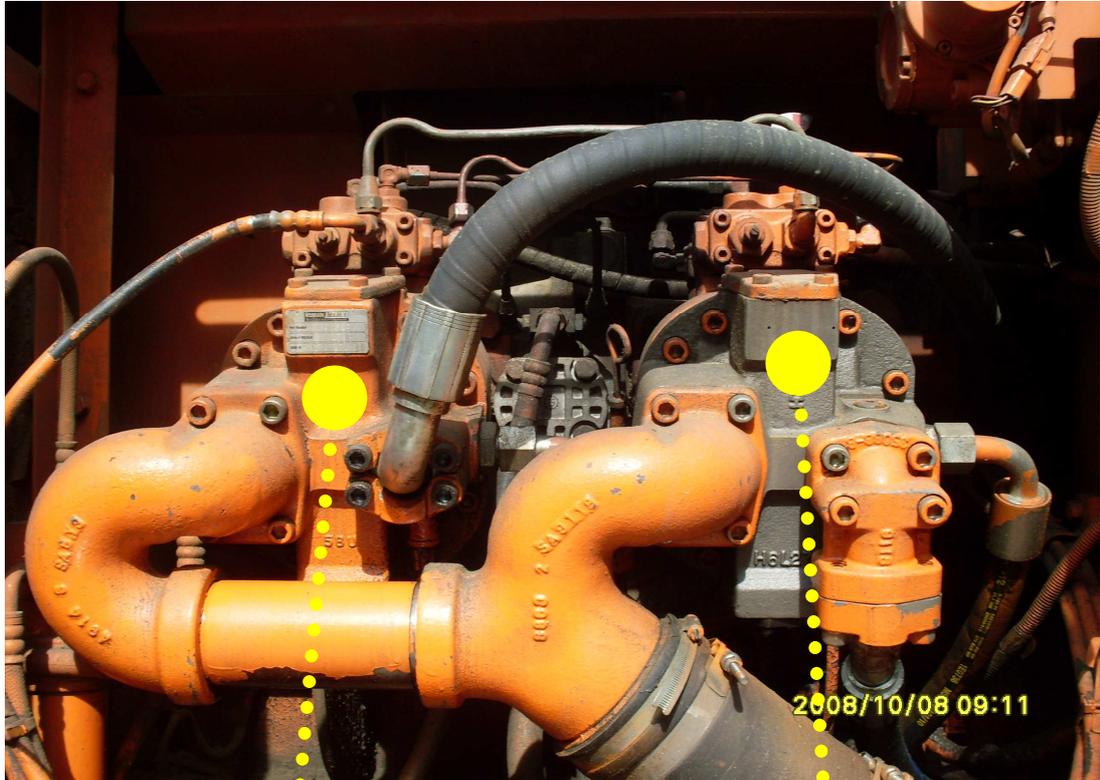


FIGURA 6. BOMBAS SIST. HIDRAULICO RETROEXCAVADORA

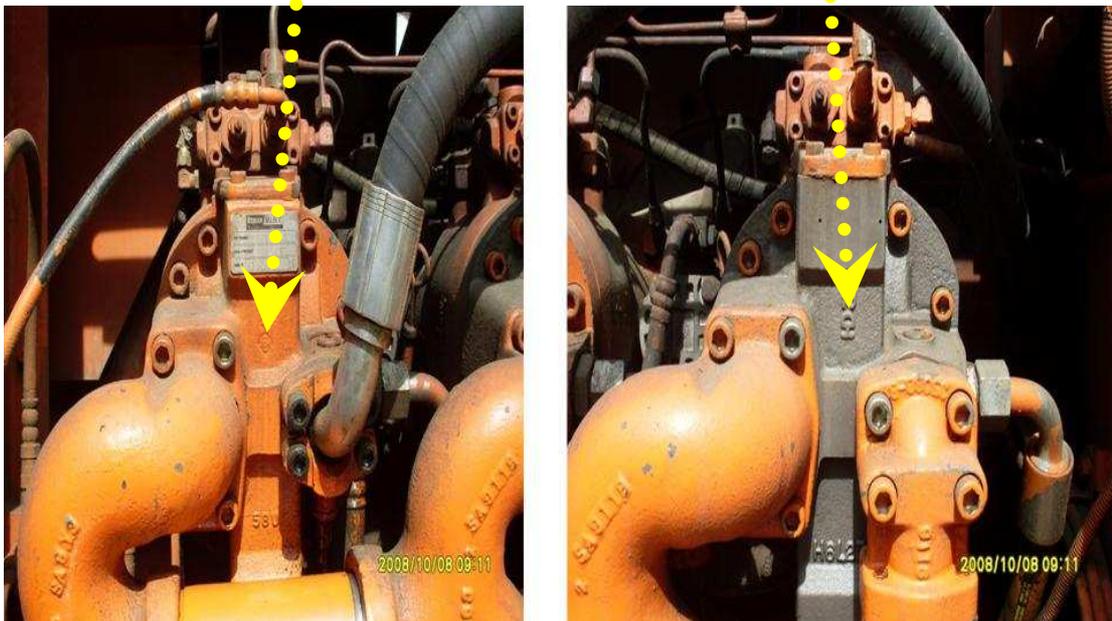


FIGURA 7. FILTRO PRIMARIO COMBUSTIBLE



FIGURA 8. FILTRO PRIMARIO COMBUSTIBLE

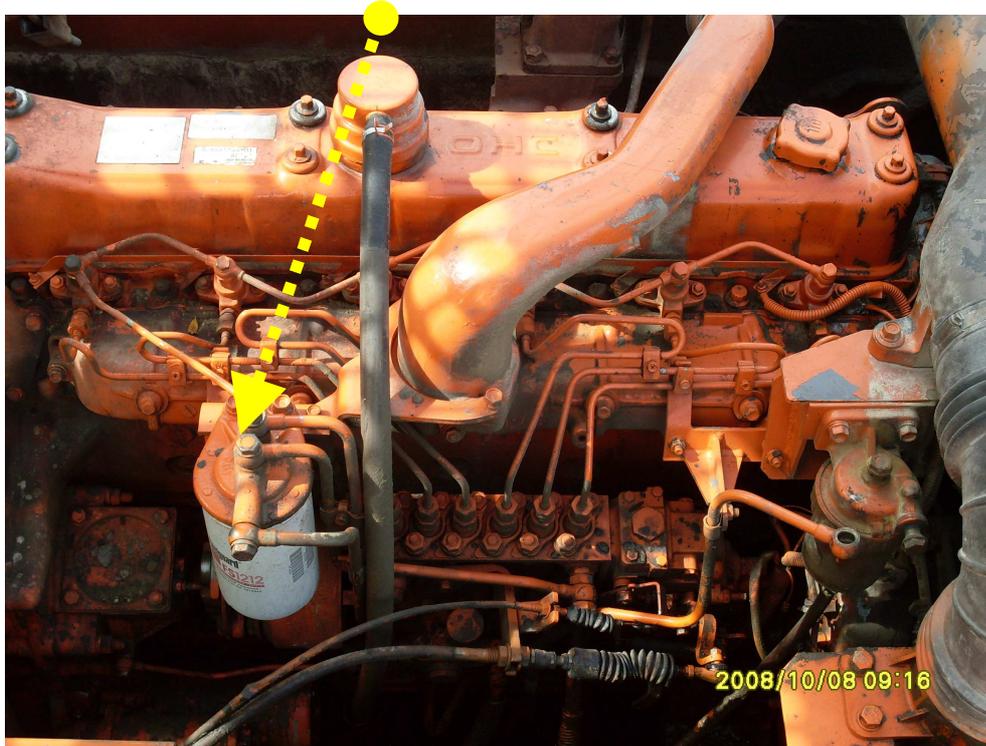


FIGURA 9. TURBOCARGADOR

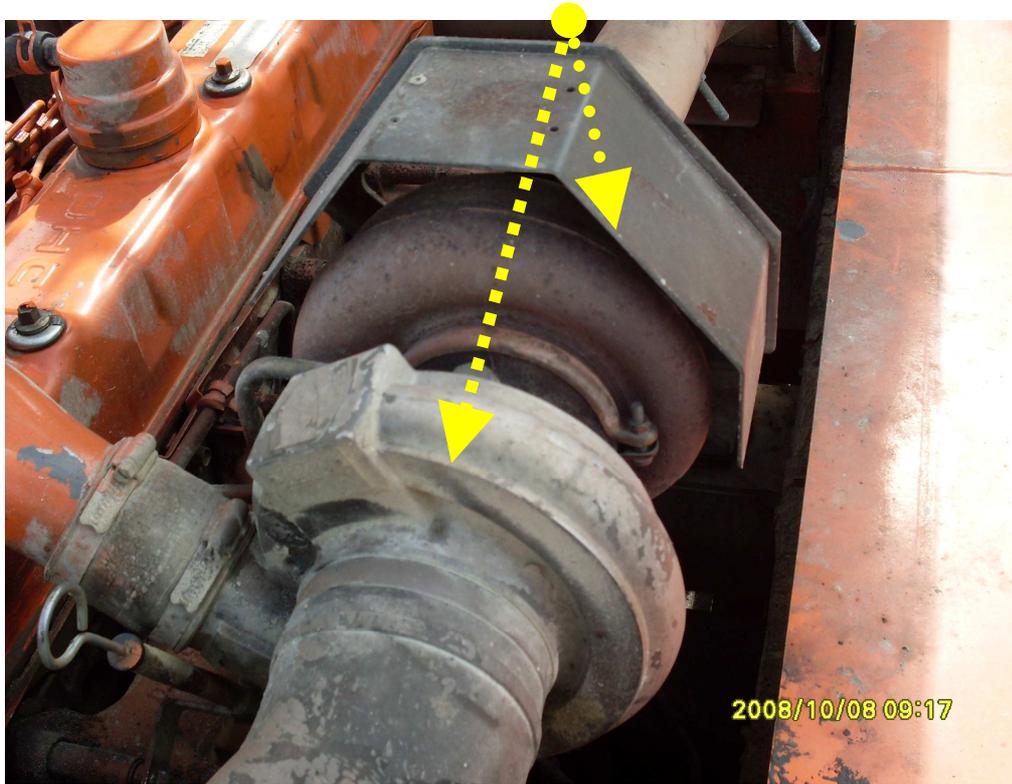


FIGURA 10. SISTEMA DE ESCAPE

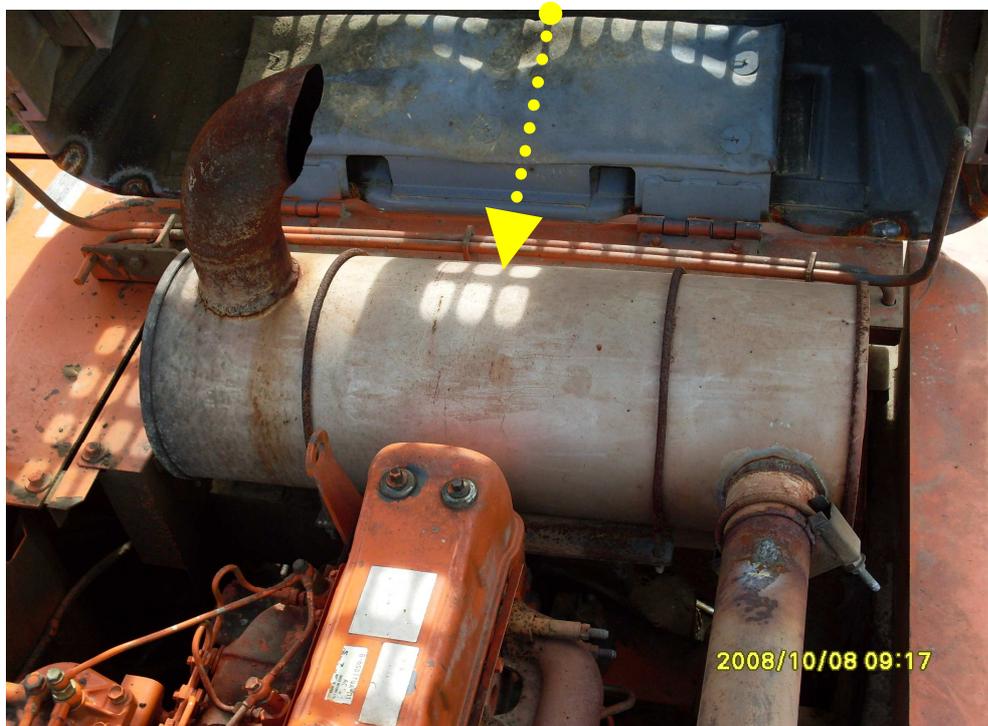


FIGURA 11. SISTEMA DE REFRIGERACION



FIGURA 12. SISTEMA DE REFRIGERACION RADIADOR

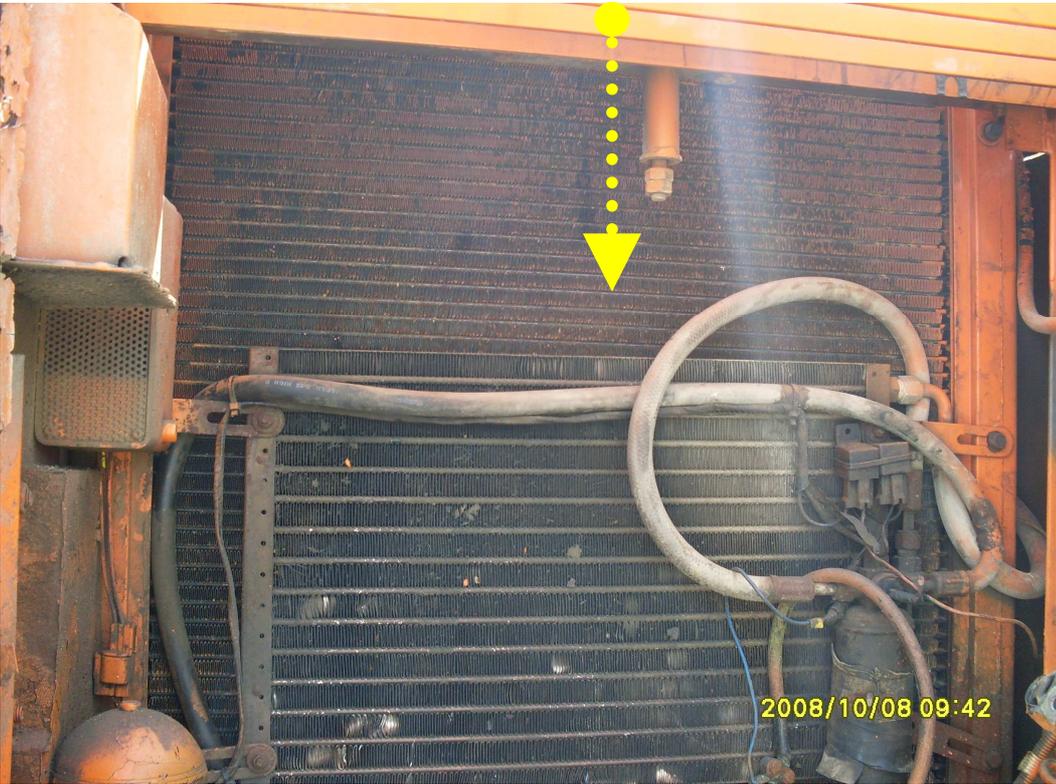


Figura 13. Sistema admisión aire y filtración aire del motor



Figura 14. Sistema admisión aire y filtración aire del motor



Figura 15. Múltiple Hidráulico De Gatos del Boom y Pluma

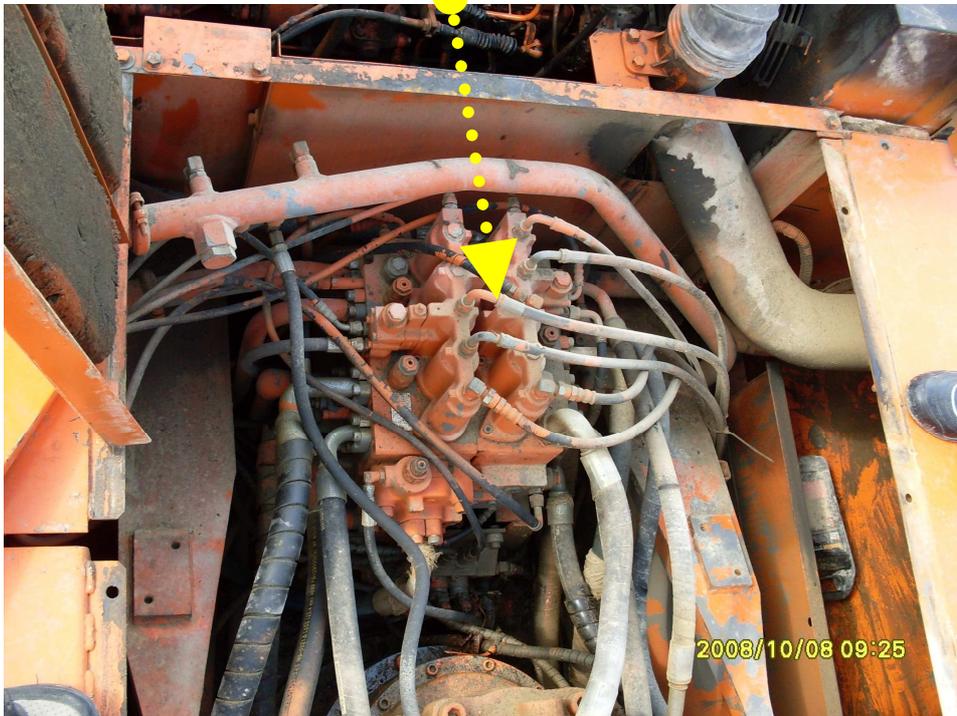


Figura 16. Múltiple hidráulico de gatos del Boom y pluma

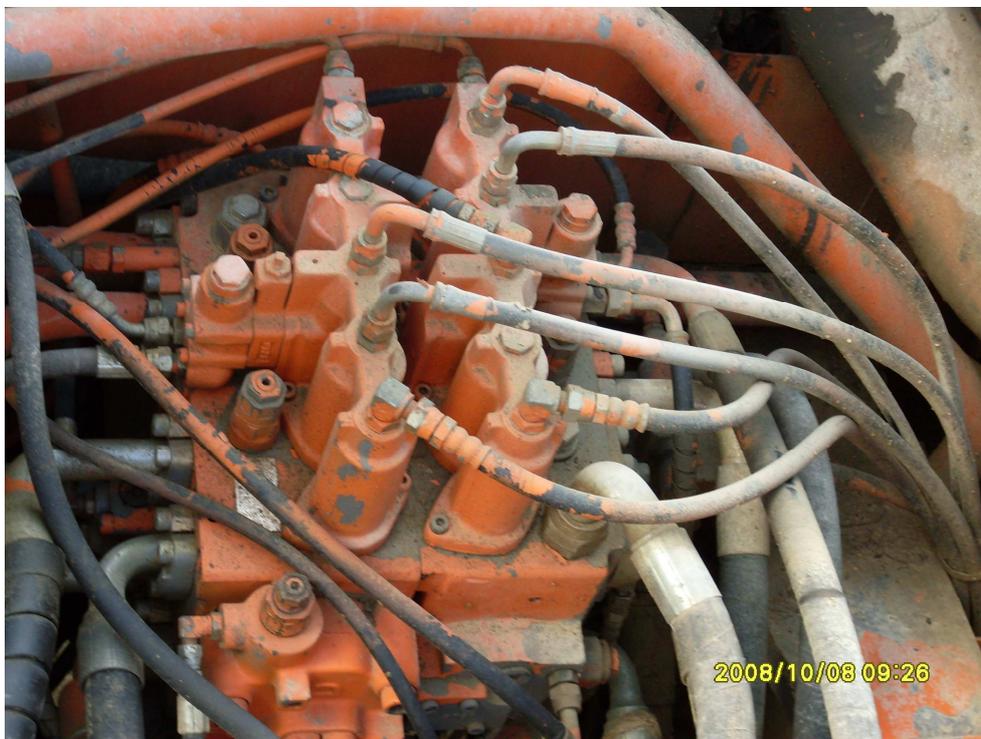


FIGURA 17. MULTIPLE HIDRAULICO CENTER DE GIRO



FIGURA 18. MULTIPLE HIDRAULICO CENTER DE GIRO



FIGURA 19. MANGUERAS DISTRIBUCION HIDRAULICA DE GATOS DEL BOOM



FIGURA 20. SIST DISTRIBUCION GATOS GEMELOS

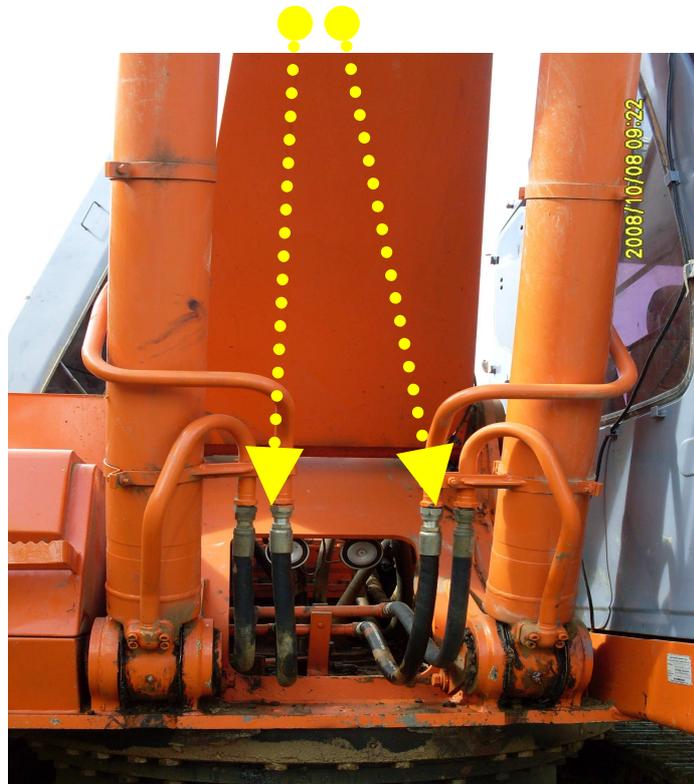


FIGURA 21. GATOS GEMELOS



FIGURA 22. CONTROL DE MANDOS DE MOVIMIENTOS: GIRO, CARGA Y MARCHA

**MANDO DE ARRASTRE
(CARGA - DESCARGA)**

CONTROL DE GIRO



CONTROL DE MARCHA

PALANCA DE SEGURIDAD

MANDO DE ORUGAS (INZ -DER)

FIGURA 23. TABLERO DE INSTRUMENTACION



4.3.2 PARA MOTONIVELADORAS

TABLA 3. GUIA DE ACTIVIDADES PREVENTIVAS PARA TODOS LOS PERIODOS DE MANTENIMIENTO PARA MOTONIVELADORAS.

MOTONIVELADORA	
Periodo de mantenimiento	Actividades
A LAS 50 HORAS DE OPERACIÓN	<p>* Batería (Sist. Eléctrico): limpiar superficie y los bornes. Mantener los bornes con gelatina de petróleo. Suministrar agua desmineralizada. Apretar sujetador de batería.</p> <p>* Cilindros y mangueras (Sist. Hidráulico): lubricar los fitting (graseras) de los pasadores y las articulaciones de los brazos. (fig.35 - - 4.41 - 42)</p> <p>* Elementos indicadores de todos los Sistemas: limpiar superficie y verificar calibración. (fig.36.)</p> <p>* Turbo alimentador (Sist. Admisión y escape): limpiar filtro de aire. (fig.30-31)</p> <p>* Tuberías de admisión y escape (Sist. Admisión y escape): revisar y ajustar abrazaderas. (fig.31 - 33)</p>
A LAS 100 HORAS DE OPERACIÓN	<p>* Válvulas (Sist. Hidráulico): lubricar los fitting (graseras). (fig.33 - 34)</p>

	<p>* Válvulas de mando del sistema hidráulico de la dirección: lubricar los fitting (graseras). (fig.33 - 34)</p>
<p>A LAS 250 HORAS DE OPERACIÓN</p>	<p>* Alternador (Sist. Eléctrico): limpiar superficie, ajustar conexiones y correas.</p> <p>* Motor de arranque (Sist. Eléctrico): limpiar superficie, ajustar conexiones.</p> <p>* Ventilador y radiador (Sist. Enfriamiento): engrasar cojinetes de poleas del ventilador y ajustar correa.</p> <p>* Bomba de aceite hidráulico (Sist. Hidráulico): cambio de filtro de caja drenaje y cambio de filtro piloto. (fig.26 - 27)</p> <p>* Motor: cambio de filtro de aceite lubricación. (fig.24 - 25)</p>
<p>A LAS 500 HORAS DE OPERACIÓN</p>	<p>* Tanque de aceite hidráulico (Sist. Hidráulico): cambio de filtro de retorno y limpiar el colador.</p> <p>* Tanque de combustible (Sist. combustible): cambio de filtro y limpiar colador.</p> <p>* Bomba de combustible (Sist. combustible): cambio de filtros, operar el Bombin.</p> <p>* Sistema de inyección (Sist. combustible): revisar sellos, empaques y racores de tubería. (fig.28 - 29)</p>

	<p>* Motor: cambio de aceite. <i>fig.24- 25)</i></p> <p>* Filtro de aceite de lubricación (Motor): cambio de filtro y aceite.</p>
A LAS 1000 HORAS DE OPERACIÓN	<p>* Servo-transmisión (Sist. Transmisión): cambio de filtros</p>
A LAS 2000 HORAS DE OPERACIÓN	<p>* Mandos finales): cambio de aceite.</p> <p>* Sistema hidráulico: cambio de aceite. . <i>(fig.34 - 35 – 41 – 42)</i></p> <p>* Sistema de transmisión: cambio de aceite. <i>(fig.34 - 35 – 41 – 42)</i></p> <p>* Turbo alimentador (Sist. Admisión): cambio de filtro de aire. <i>(fig.30-32)</i></p>
PERIODOS DE MANTENIMIENTO	

FIGURA 24. MOTOR DIESEL



FIGURA 25. MOTOR DIESEL



FIGURA 26. BOMBAS SIST. HIDRAULICO MOTONIVELADORA



FIGURA 27. BOMBAS SIST. HIDRAULICO MOTONIVELADORA



FIGURA 28. FILTRO PRIMARIOS DE COMBUSTIBLE



FIGURA 29. FILTRO PRIMARIOS DE COMBUSTIBLE

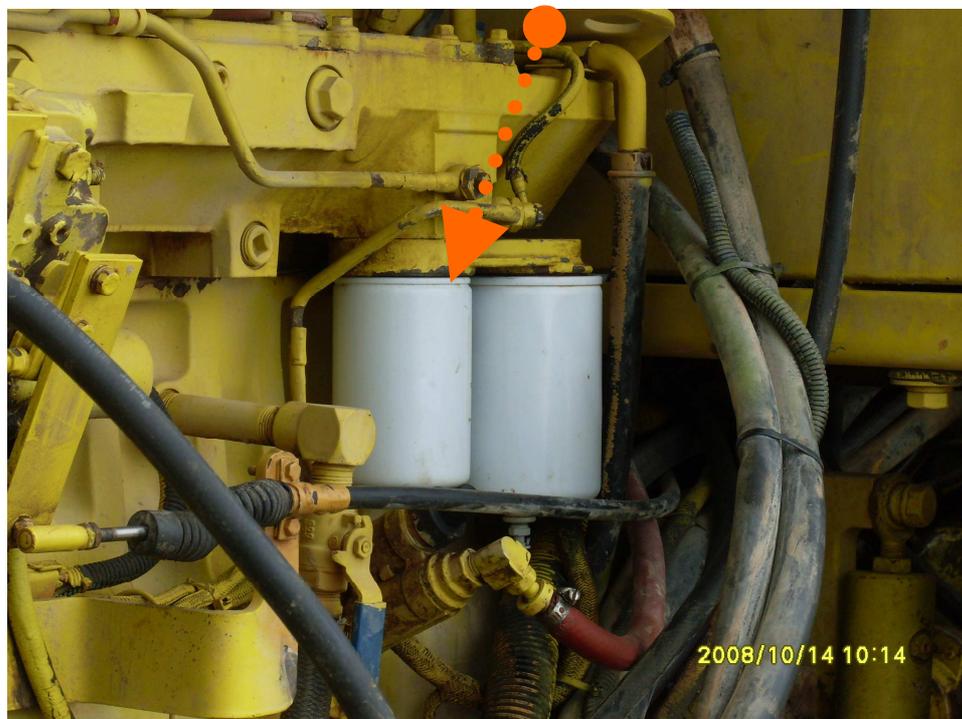


FIGURA 30. TURBOCARGADOR

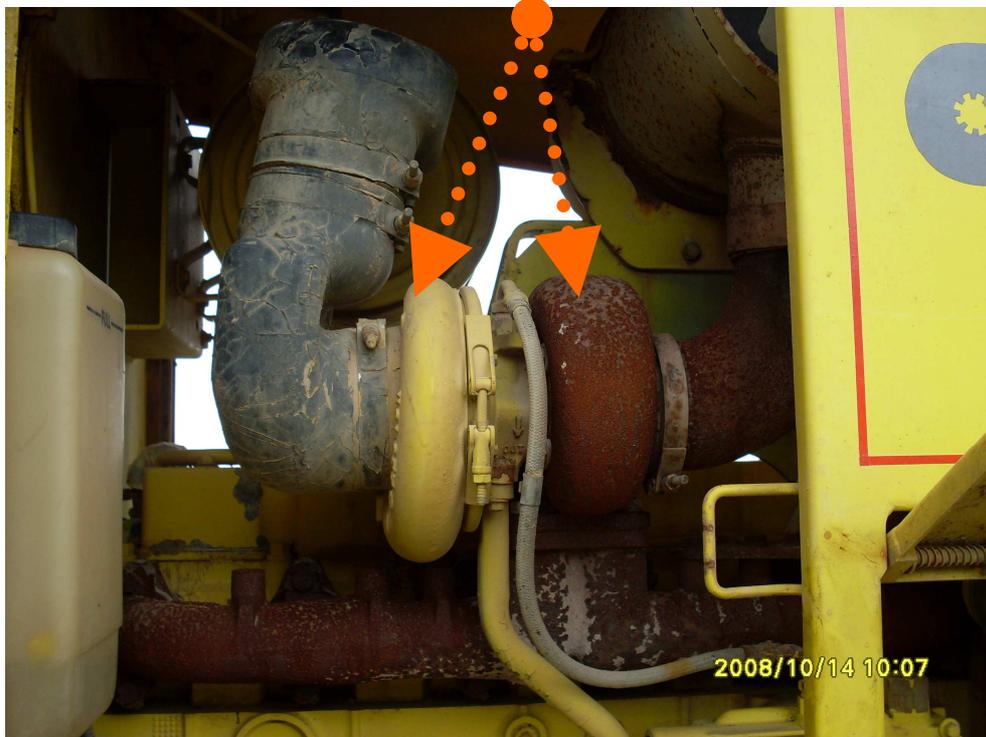


FIGURA 31. TURBOCARGADOR



Figura 32. Sistema admisión aire y filtración aire del motor



Figura 33. Sistema admisión aire y filtración aire del moto



Figura 34. BANCO PRINCIPAL DE VALVULAS DE GATOS Y MANDOS FINALES -- (VISTA SUPERIOR)

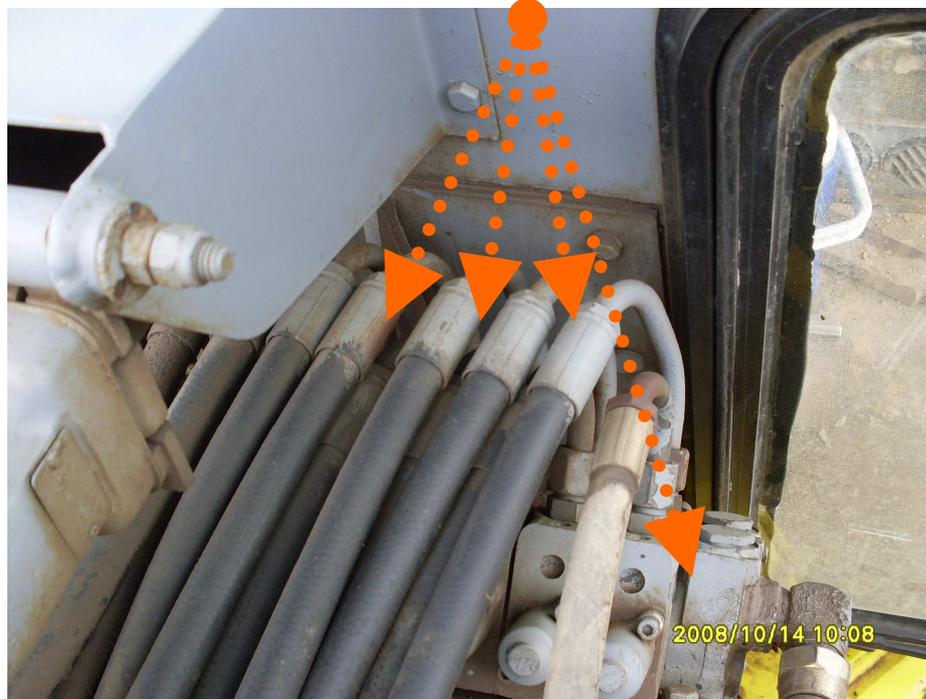


Figura 35. BANCO PRINCIPAL DE VALVULAS DE GATOS Y MANDOS FINALES -- (VISTA LATERAL)

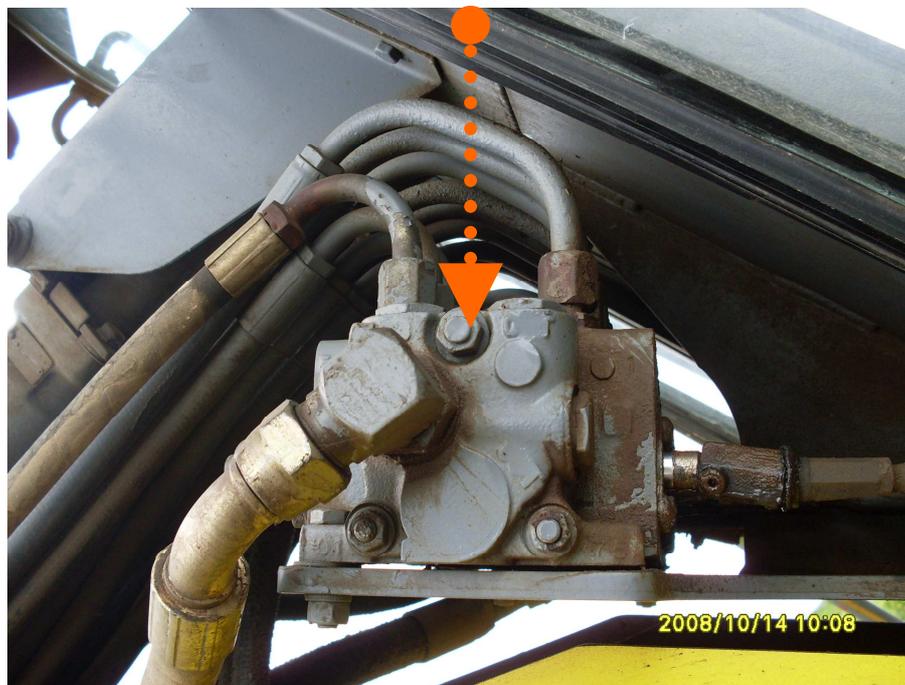


FIGURA 36. TABLERO DE INSTRUMENTACION

COMBUSTIBLE
PRESION DE ACEITE
RPM DEL MOTOR
TEMPERATURA



FIGURA 37. CONTROL DE MANDOS DE MOVIMIENTOS: GATOS, CUCHILLA



FIGURA 38. CONTROL DE MANDOS DE MOVIMIENTOS: GATOS, CUCHILLA



FIGURA 39. CONTROL DE MANDOS DE MOVIMIENTOS: MARCHA DE LA MAQUINA (ATRÁS, ADELANTE, VELOCIDADES)

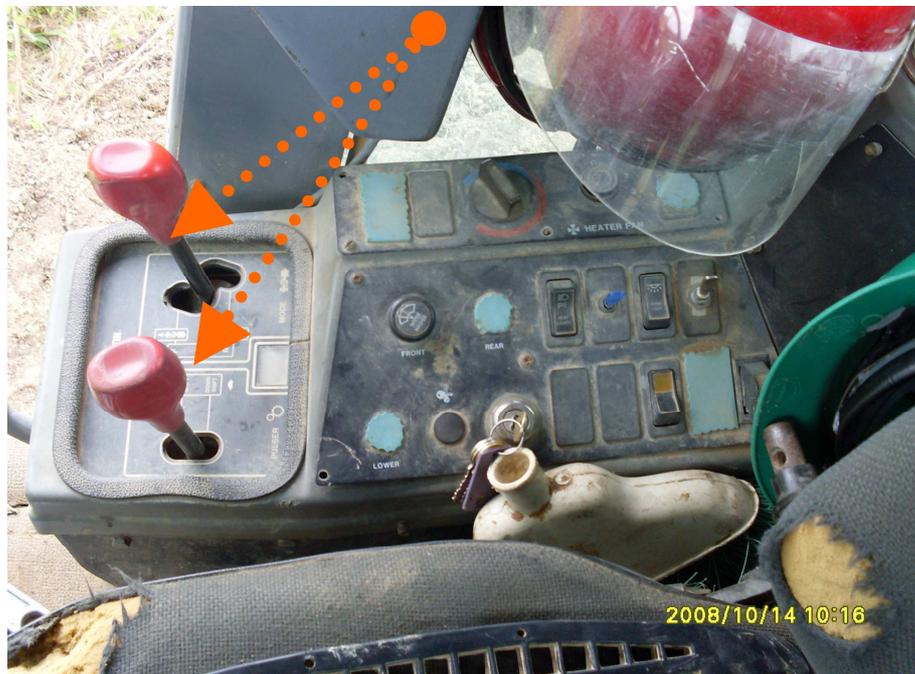


FIGURA 40. CONTROL DE MANDOS DE MOVIMIENTOS: VELOCIDADES MARCHA: DELANTE – NEUTRO - REVERSA

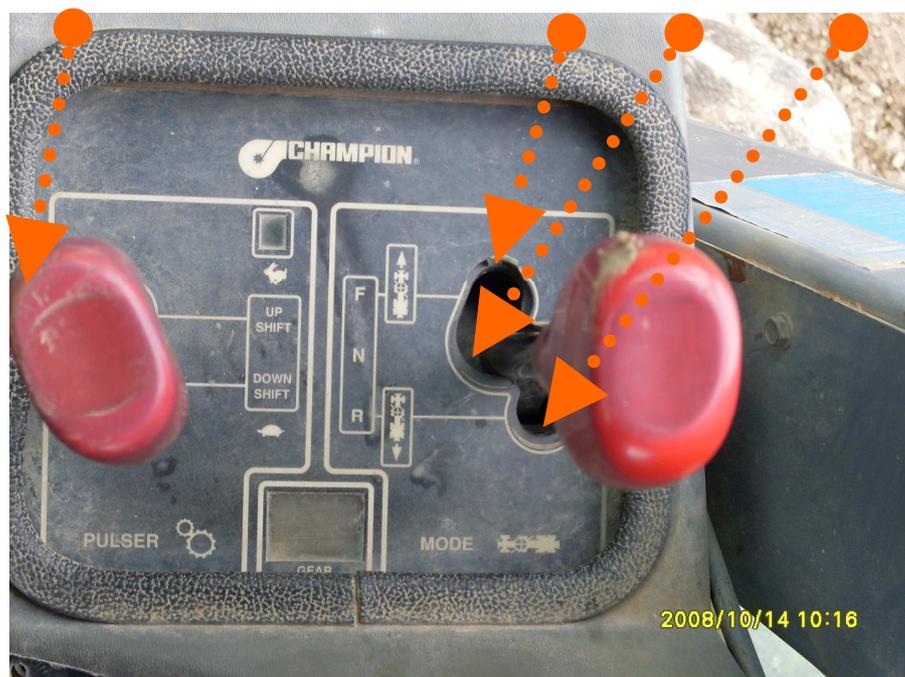


FIGURA 41. SISTEMA GATOS MOVIMIENTOS DE LA CUCHILLA



**FIGURA 42. SISTEMA GATOS MOVIMIENTOS DE LA CUCHILLA,
(ROTACION DE TORNAMESA Y GATO ENTRADA Y SALIDA CUCHILLA)**



5 FILTROS Y FLUIDOS PARA RETROEXCAVADORA Y MOTONIVELADORA

Los filtros y fluidos son una parte importante en cada uno de los equipos en estudio, ya que este es un tipo de protección diseñada para cada una de las aplicaciones que serán analizadas a continuación.

Toda maquinaria cuenta con sistemas independientes, los cuales se encargan de transportar, regular y suministrar, los fluidos con los cuales operan las maquinas, ya sea aire, aceite, agua o combustible.

Recomendaciones:

- Las piezas utilizadas deberán ser originales (optimizadas para cada equipo), en el caso un equivalente que se ajuste a las especificaciones y a la estandarización sin que sean modificadas por el usuario en pro del cumplimiento de las especificaciones del fabricante.
- Ser fabricadas mundialmente según especificaciones de cada fabricante con la garantía de calidad global ajustándose a las características especiales de cada equipo.
- La utilización de una línea completa de productos y servicios para cumplir las necesidades de cada equipo; entre ellas encontramos distribuidores especializados, en satisfacer dichas necesidades como lo son: Cummins de los andes, Napa, Gecolsa, Districandelaria, etc.
- En este punto en particular el ofrecimiento de una línea completa de opciones de alta calidad en filtración no es suficiente, por eso aconsejamos

recopilar la mayor cantidad de información sobre el estado de la maquinaria en estudio para poder determinar la mejor selección de los filtros que se ajusten a las necesidades de trabajo del equipo. Todos estos datos se obtienen de comparar las condiciones de operación y los requisitos del equipo con las consideraciones económicas, asegurándole recibir la mejor eficiencia en filtración para el trabajo en el momento en que se necesita.

5.1 RECOMENDACIONES PARA USO DE FILTROS ACEITE, COMBUSTIBLE PARA RETROEXCAVADORA Y MOTONIVELADORA.

- Dichas especificaciones están diseñadas para la protección avanzada, y así garantizan el alto rendimiento y economía del combustible (ACPM).
- Eliminan más contaminantes y aumentan la protección de los componentes del motor.
- Dichos filtros utilizan material filtrante (*Celulosa / material sintético, que retienen más del 98% de las partículas contaminantes desde cuatro micrones en adelante*) su avanzada eficiencia para el control de la contaminación y protección de los componentes, manteniendo los intervalos de cambio.³

³ Lubrication and Reliability, m.j. neale

TABLA 4. ESPECIFICACIONES ESPECIALES A LA HORA DE SELECCIONAR SUS FILTROS

Características de tecnología	ventajas	Resultados
Sello de giro libre auto lubricado	Evita el agrupamiento, elimina las fugas.	Evita la contaminación, aumentando la vida útil del motor.
Planchas de base de aluminio en una pieza	Refuerzo adicional para evitar que se rompa durante los arranque en frío.	Protege contra fugas y entrada de contaminantes, proporcionado mayor protección.
Tapas del extremo de una pieza de uretano	Pegado resistente al material filtrado.	Elimina las aberturas, manteniendo los contaminantes fuera del motor.
Fibras en espiral y cordones en acrílico	Mantiene la estabilidad del plegado y el espaciado para eliminar el agrupamiento del material del filtro.	Eficiencia y capacidad máxima, mas vida útil del motor.
Tubo central no metálico para evitar que colapse durante los arranques del aceite en frío	Un 30% más resistente que el metal.	Elimina el rayado de los cojinetes y el daño de otros componentes costosos del motor.
Material filtrante impregnado de resina	Material filtrante combinado.	Maximiza el rendimiento y la vida útil.

Recipiente de calibre pesado de una pieza	Garantiza resistencia estructural y protección contra la rotura.	Su resistencia e integridad estructural garantizan la prolongación de los tiempos de cambio.
Gama completa de opciones de material filtrante	Diseñados para cumplir condiciones de operación específicas, los requerimientos de equipo y consideraciones económicas.	Filtración que corresponde con sus necesidades de rendimiento.

5.1.2 Filtros Separadores de agua y aire

FILTROS SEPARADORES DE AGUA.

Las características especiales:

- Separan más del 98% de los escombros de 10 micrones en adelante.
- Retienen esencialmente agua.
- Minimizan el rayado del embolo del cilindro y del agarrotamiento de los inyectores del combustible, reduciendo así las fallas.
- Prolonga la vida útil de los inyectores del combustible del motor.⁴

⁴ Catalogo de Piezas 2006-2007, Gecolsa – Cat.

TABLA 5. CARACTERÍSTICAS, VENTAJAS Y DESVENTAJAS FILTROS SEPARADORES DE AGUA

CARACTERISTICAS	VENTAJAS	RESULTADOS
Recipiente de calibre alto	Resiste el agrietamiento del recipiente y las fallas de prueba de campo.	Protección extra y mayor vida útil.
Filtro de combustible primario	Retiene más del 98% de los escombros de 10 micrones en adelante.	Minimizan el rayado del embolo del cilindro y del agarrotamiento de los inyectores del combustible, reduciendo así las fallas.
Separador de agua	Retienen esencialmente agua y mas del 87% de agua emulsionada por el combustible diesel.	Prolonga la vida útil de los inyectores del combustible del motor.
Perilla de tornillo manual	Drena el tazón en menos de 50 segundos.	Reduce el mantenimiento y tiempo muerto.
Taxón recolector de agua reutilizable	Transparente para hacer seguimiento	Reduce los costos de mantenimiento

FILTROS SEPARADORES DE AIRE.

Filtro separador de aire radial eficiencia estándar.

Características especiales

Se caracterizan por tener elementos estándares para la filtración normal.

Tienen una mayor capacita y una vida útil prolongada.

Evitan la entrada de tierra, hollín, arena y otros contaminantes.

TABLA 6. CARACTERÍSTICAS, VENTAJAS Y RESULTADOS FILTROS SEPARADORES DE AIRE.

CARACTERÍSTICAS	VENTAJAS	RESULTADOS
Diseño de sello radial	No se requieren herramientas.	Se minimizan los costos de mantenimiento y el tiempo de servicio.
Tapa del extremo moldeada en uretano	Forma en el material filtrante una capa a prueba de corrosión resistente y fiable	Hasta 30% mas de área de contacto de sello.
Material del filtro plegado densamente	Área filtrante mas grande que proporciona hasta un 50% mas de capacidad	Capacidad superior si restricción de flujo de aire.
Soporte con pliegue incorporados espaciados de pliegue firme	Evita el agrupamiento de los pliegues.	Asegure un área de superficie filtrante optima
Envoltura metálica interior y exterior para servicio pesado	Aumenta la resistencia y duración estructural.	Protección extra.
Envoltura del filtro exterior sumergida en esmalte	Resistente a la corrosión.	Mayor vida útil.

5.2 LUBRICANTES Y REFRIGERANTES

LUBRICANTES

Llamamos lubricante a toda sustancia sólida, semisólida o líquida de origen animal, vegetal, mineral o sintético que sirve para reducir el rozamiento entre dos elementos que están en movimiento y en contacto uno con otro.

5.2.1 Según su naturaleza, los lubricantes pueden ser **parafínicos**, **nafténicos** o **aromáticos**:

- Los **parafínicos** poseen un alto índice de viscosidad, baja volatilidad, bajo poder disolvente y un alto punto de congelación.
- Los **nafténicos** poseen un bajo índice de viscosidad, densidad alta, volatilidad media y bajo punto de congelación.
- Los **aromáticos** tienen un bajo índice de viscosidad, alta volatilidad, fácil oxidación tendencia a formar resinas y emulsionan fácilmente con el agua. Según su **estado** pueden ser sólidos (grafito, molibdeno, etc.), semisólidos (grasas) o líquidos (aceites).

También se diferencian por el **uso**; en este capítulo estudiaremos los aceites lubricantes para motores.

En general los aceites comerciales que se encuentran a la venta para su uso en los motores de los automóviles constan de dos partes bien diferenciadas: una **base** y unos **aditivos**.

Por lo general la **base** es de origen **mineral** y se obtiene del proceso de destilación de la hulla, pizarra y petróleo; son hidrocarburos y son entre el 80 y el 90 % del aceite. También hay aceites cuya base se obtiene por síntesis química; son los denominados sintéticos.

Los **aditivos** representan el 10 o 20 % restante del aceite y su misión es mejorar las prestaciones de los aceites en estado natural.

5.2.2 Propiedades de los lubricantes

5.2.2.1 Propiedades físicas:

- **Eflorescencia y color:** Es la tendencia que tienen los lubricantes a separar la fase líquida del compuesto sólido; esta propiedad se enmascara con los aditivos por lo que tiene un valor relativo. En cuanto al color, hoy no es un índice razonable sobre el estado del motor.
- **Densidad:** Es la relación entre la masa y el volumen (peso específico)
- **Viscosidad:** es una propiedad que se puede considerar importante a la hora de definir un aceite. Se puede definir como la facilidad de movimiento que tienen las moléculas de aceite entre sí o como el rozamiento interno del aceite, lo que se puede traducir como la facilidad que tiene de fluir un aceite.

- **Fluidez:** Es lo opuesto a la viscosidad; cuanto mayor es la fluidez mas fácilmente se desplaza el aceite.

5.2.2.2 Propiedades térmicas:

Índice de viscosidad: Es la medida de variación de viscosidad que sufre un aceite cuando aumentamos la temperatura. Cuanto mayor sea el índice de viscosidad menor será la influencia de la temperatura en la viscosidad y por lo tanto mas estable será el aceite.

Punto de inflamación: Es la temperatura mínima en la que los vapores de aceite desprendidos son suficientes para que resulten inflamables al serles aplicada una llama. Cuando se tiene un punto de inflamación bajo se producirá la combustión del aceite; los restos de esta combustión pueden dar lugar a puntos calientes en la cámara de compresión y por tanto a autoencendido y detonación. Un aceite será mejor cuanto mayor sea su punto de inflamación y cuando la tendencia a formar residuos por combustión sea mínima.

Punto de congelación: Es la temperatura a la que el aceite pierde la capacidad de fluir. Es, por tanto importante que el punto de congelación sea lo más bajo posible.

Punto de enturbiamiento: Es la temperatura en la que las parafinas y otras sustancias presentes en los hidrocarburos comienzan a separarse cristalizándose, aumentando el riesgo de obstrucción de los conductos de engrase.

Punto de anilina: Es la temperatura en la que el aceite y la anilina a partes iguales llegan a solubilizarse; es una propiedad importante a fin de proteger la estanqueidad de los sistemas en los que está presente el caucho o los elastómeros.

5.2.2.3 Propiedades químicas:

Formación de espumas: Cuando se bate un aceite con la energía suficiente se producen espumas, que son burbujas de aire o de otros gases de diferente tamaño; esto trae consigo la posibilidad de perder la lubricación por ausencia de aceite. Cuanto menor sea la producción de espumas mejor calidad tiene el aceite.

Emulsibilidad: Es la capacidad de separación del aceite y del agua en condiciones normales.

Aeromulsión: Es la emulsión de burbujas de aire mucho menores que las espumas.

Número de neutralización: Es la cantidad de álcali necesario para la neutralización de la acidez del aceite.

Corrosión del cobre: En el caso de los motores es importante estudiar la capacidad de corrosión que posee el aceite sobre los materiales blandos, como el cobre, presente en los cojinetes antifricción.

5.2.3 Aditivos

Se emplean para mejorar las propiedades intrínsecas de las bases de los aceites lubricantes. Ya se ha citado que ocupan entre el 10% y el 20% del volumen de los aceites. Los aditivos utilizados trabajan los siguientes aspectos:

Antioxidantes: La oxidación que se produce a altas temperaturas favorece la aparición de lodos con el consecuente aumento de viscosidad y la aparición de ácidos corrosivos. Para retardar la oxidación se añaden agentes antioxidantes.

Viscosidad: Se añaden para aumentar y estabilizar el índice de viscosidad; normalmente se emplean en aceites de base mineral, ya que los sintéticos tienen muy estable este índice.

Antiespumantes: Ya se vio el peligro de la presencia de espumas en el aceite cuando se bate fuertemente; por medio de estos aditivos se consigue mayor estabilidad ante la formación de espuma; al no dejar que se inserte oxígeno colaboran también el proceso de antioxidación.

Detergentes: Evitan la formación de depósitos de residuos carbonosos , lacas, barnices, etc.

Dispersantes: Trabajan conjuntamente con los detergentes en el sentido de que impiden por dispersión de las partículas la formación de depósitos sólidos.

Anticorrosivos: Se encargan de evitar la corrosión de algunos componentes del motor debida a la oxidación del aceite (trabajan en conexión con los antioxidantes).

Antidesgaste: Refuerzan la película de aceite a bajas temperaturas para favorecer el rozamiento suave cuando el motor esta a una temperatura inferior a la de funcionamiento.

5.2.4 Clasificación de aceites para motor.

En general los aceites para motores se clasifican atendiendo a su grado de Viscosidad o a las condiciones de utilización.

5.2.4.1 Clasificación SAE.

Esta clasificación la realiza la Society of Automotive Engineers (Sociedad Americana de Ingenieros del Automóvil) y se basa en las distintas viscosidades del aceite en función de la temperatura de funcionamiento.

En lo que concierne a los aceites lubricantes de motor, la sociedad los clasifica en la norma SAE J 300 E; es necesario citar, que la clasificación S.A.E. solamente tiene en cuenta la viscosidad del aceite, pero este no es un dato suficiente para determinar su calidad.

En esta clasificación se dividen los aceites en 10 grados de viscosidad, de los que los primeros van acompañados de la letra W (Winter) y van saltando de 5 en 5 hasta el 25W. Los cuatro grados restantes no llevan ninguna letra indicativa y van saltando desde el 20 hasta el 50 de 10 en 10.

Teniendo en cuenta lo expuesto, habría diez clases de aceite en función de su viscosidad:

TABLA 7. CLASES DE ACEITES EN FUNCIÓN DE SU VISCOSIDAD

SAE	Tª Mínima de uso	Viscosidad a 100º
0W	-35º	3.8 cSt
5W	-30º	3.8 cSt
10W	-25º	4.1 cSt
15W	-20º	5.6 cSt
20W	-15º	5.6 cSt
25W	-10º	9.3 cSt
20		5.6 cSt (fluido)
30		9.3 cSt (semifluido)
40		12.5 cSt (semifluido)
50		16.3 cSt (denso)

La temperatura mínima de uso hace referencia a la temperatura a partir de la cual el aceite es tan viscoso que pierde las propiedades de bombeo y no circula correctamente por las canalizaciones del circuito de lubricación. Esta característica es interesante para aceites de invierno, por lo que solamente figura en los aceites W.

La unidad CST o centistokes se corresponde con la viscosidad medida en laboratorio. Para los aceites sin letra determina el valor de viscosidad y éste lo clasificamos en fluido, semifluido o denso.

Los aceites que cumplen las características descritas son los denominados monogrado, que se pueden usar en lugares donde no hay variaciones grandes de Temperatura; para lugares con fuertes oscilaciones de temperatura se utilizan aceites multigrado (actualmente está prácticamente generalizado su uso); este tipo de aceites se basa en la mezcla de dos aceites monogrado obteniendo las características comunes de los dos aceites en lo que a la viscosidad se refiere.

Por ejemplo un aceite SAE 10W 40 se mantendría estable en cuanto a la viscosidad entre el margen extremo de los aceites de referencia, es decir SAE 10W y SAE 40.

5.2.4.2 Clasificación API.

Las siglas API. se corresponden con American Petroleum Institute; la clasificación de los aceites realizada por esta sociedad está comúnmente aceptada por todos los fabricantes. La clasificación se realiza en función de la utilización al que esta destinado el aceite.

Para empezar, esta clasificación diferencia por medio de las letras "S" y "C" el aceite para motores de gasolina y motores de gasoil respectivamente. Detrás de

estas dos letras, que identifican el tipo de motor según el combustible, se incorporan otras letras o letras y números que indican el servicio del aceite.

5.2.4.2.1 Para Motores a Gasolina.

TABLA 8. CLASIFICACIÓN API MOTORES A GASOLINA

SA	Aceites minerales sin aditivos (actualmente no se usa)
SB	Aceites con inhibidores de oxidación (actualmente no se usa)
SC	Aceite para motores hasta 1967 (actualmente no se usa)
SD	Sustituto del SC usado hasta 1970 (actualmente no se usa)
SE	Sustituto de SD y SC usado a partir del 1972 (actualmente no se usa)
SF	Sustituto de SE, SD y SC a partir de 1980 (actualmente no se usa)
SG	Aceite usado para motores actuales; sustituye a todos los anteriores. Se emplea en turismos; evita la aparición de lodos negros, protege contra la oxidación, protege contra la corrosión y la formación de depósitos; posee un buen comportamiento antidesgaste.
SH	Similar al SG pero al haber sido homologado por Chemical Manufactures Association (CMA) le añade un valor extra de calidad.
SJ	Aceite actual de motores de gasolina cuya clasificación se ha introducido en 1996 y que puede sustituir a cualquiera de las anteriores. Tiene aditivos que mejoran el consumo de combustible por mejorar la fricción y limitar la viscosidad.

5.2.4.2.2 Para Motores Diesel.

TABLA 9. CLASIFICACIÓN API MOTORES DIESEL.

CA	Para motores diesel en condiciones de trabajo suaves o moderadas. Usado entre 1940 y 1950 (actualmente no se usa)
CB	Para motores diesel en condiciones de trabajo suaves o moderadas a partir de 1949 (actualmente no se usa)
CC	Para motores diesel sobrealimentados o aspirados en condiciones de trabajo suaves o moderadas y para motores de gasolina en condiciones severas de funcionamiento a partir de 1961 (actualmente no se usa)
CD	Para motores diesel aspirados o sobrealimentados a partir de 1965. (actualmente no se usa)
CE	Para motores diesel sobrealimentados; mejora en cuanto a la protección al desgaste.
CF	Para motores diesel de inyección directa; con respecto al anterior mejora en el control de depósitos carbonosos, el desgaste y la corrosión.
CF-2	Para motores diesel de dos tiempos.
CF-4	De características parecidas a CE pero con mejora en la reducción de emisiones de partículas.
CG-4	Para motores diesel de alta velocidad; indicado para combustibles de bajo contenido en azufre; protege la formación de depósitos de alta temperatura, protege contra el desgaste, la corrosión la oxidación y la acumulación de carbón. Está especialmente indicado para cumplir los requisitos de emisiones a partir de 1994
CH-4	Para diesel de cuatro tiempos; cumple con los requisitos para las últimas normas en cuanto a emisiones.

5.3 RECOMENDACIONES PARA USO DE ACEITES EN MAQUINARIA PESADA.

5.3.1 Aceite De Motor.

Aplicación:

Para los equipos en análisis, Mot. Y exc. Es tipo de aceite recomendado para motor es el 15W40, que es un aceite para motor diesel multigrado, esta formulado con la cantidad exacta de disolventes y aglutinantes que provee mayor rendimiento para este tipo de maquinaria, este tipo de aceite cuenta con una rango amplio y una viscosidad correcta para los rangos de temperatura de operación.

Este tipo de aceites son efectivos a la hora de disminuir los consumos de aceite y bajos niveles de depósito de suciedad de los pistones.

Características: 15W40 (API CL - 4), SAE 40 (viscosidad)⁵.

- Reduce los depósitos en las ranuras de los anillos del pistón para minimizar el agarrotamiento del anillo.
- controla la acumulación de hollín, evitando el taponamiento del filtro.
- Excede las normas de la prueba API (American Petroleum Institute)
- Asegura un rendimiento óptimo en los motores gracias a su calidad superior.
- Mejora el consumo de combustible y aceite.

⁵ Anexo 2. Clasificación de viscosidad SAE

Características: SYN - sintético - (API CF)
(Motor diesel de inyección directa).

- altamente resistente a la oxidación.
- proporciona excelente arranque en frío en temperaturas tan bajas como -30 °C (-22 °f).
- proporciona mayores periodos de cambio de aceite.
- mejora la economía desde el 2% hasta un 5 % comparado con los aceites convencionales 15w40.

5.3.2 Servotrasmission.

ACEITE SERVOTRANSMISION (TDTO - TRANSMISSION /DRIVE TRAIN OIL)

Aplicación:

- Para uso de todos los materiales de transmisión y disco de frenos
- Uso exclusivo de transmisión y trenes de impulsión.

Características: rango de viscosidades
(10W, 30,50 – norma API - TO)

- excede las especificaciones industriales de **API TO - 4** cumple con los requisitos de rendimiento transmisiones allison C-4.
- protege contra rayado y picadura de los cojinetes y dientes de los engranajes.

Ventajas:

- aumenta la capacidad de carga de los embragues y elimina el chirrido de los frenos.
- Proporciona máxima vida útil del material de fricción en las servo transmisiones y frenos húmedos.

5.3.3 Sistema Hidráulico.**SISTEMA HIDRAULICO HYDO – SAE 10W, 30⁵****Aplicaciones:**

- para uso de todos los sistemas hidráulicos y transmisiones hidrostáticas.

Características:

- su sistema de aditivos contiene detergentes metálicos superiores, inhibidores de oxidación, agentes antidesgaste, antiespumantes.
- Excede los requisitos de los aditivos de zinc necesario para la lubricación de las bombas, motores y válvulas.

Ventajas:

- dispersa el agua en los aceites hidráulicos, evita daño por agua de las bombas, motores y válvulas.
- Proporciona máxima protección contra el desgaste mecánico, la oxidación a bajas temperaturas y el desgaste corrosivo.

⁵ Anexo 2. Clasificación de viscosidad SAE

6. IMPLEMENTACION DEL MANTENIMIENTO PROACTIVO PARA AUMENTAR LA CONFIABILIDAD

En los últimos tiempos, se ha empezado a hablar del concepto de confiabilidad, en la medida que se comprendió que no era suficiente lograr una alta disponibilidad, si no también disminuir al mínimo la probabilidad de falla de las máquinas críticas durante la operativa, es decir lograr conseguir una alta confiabilidad. La no disponibilidad tiene fuerte impacto en la operativa y asociados altos costos de no disponibilidad.,el por que de este hecho viene fundamentado en que, en el caso particular de la maquinaria pesada opera en zonas u obras, algunas veces remotas en la que la disponibilidad de repuestos u personal calificado es en la mayoría de los casos muy difícil ,por lo que dichos equipos deberán tener, no solo el mas optimo rendimiento si no también una alta tasa de confiabilidad y una mínimo riesgo de falla. Las consecuencias de una falla pueden ir desde baja rentabilidad o pérdida de producción, pasando por las horas hombre improductivas de operaciones, hasta la degradación y rotura de los propias máquinas.

Una alta disponibilidad no implica necesariamente una alta confiabilidad, pero una alta confiabilidad si implica una buena disponibilidad y seguridad, en la medida que la maquinaria presenta una baja probabilidad de falla. Para el caso de la maquinaria pesada, la confiabilidad será el producto de la confiabilidad individual de cada sistema que la compone.

6.1 ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO

Durante muchos años, el tipo de mantenimiento predominante ha sido el **Preventivo**, que consiste en la sustitución o reparación de componentes a intervalos fijos determinados ya sea en base a recomendaciones del fabricante del

equipo o por estadísticas extraídas de los historiales. Pero esto no garantiza los niveles de confiabilidad requeridos en la actualidad, al mismo tiempo que lleva a un sobre costo por sustitución de partes o lubricantes cuando todavía se encuentran aptos para el uso.

El Mantenimiento **Predictivo** se enfoca a los síntomas de falla que se identifican utilizando las distintas técnicas tales como análisis de lubricantes, análisis de vibraciones, y ensayos no destructivos como: radiografías, ultrasonido, termografía, etc. que permiten detectar los síntomas de inicio de falla de la maquinaria. El mayor beneficio de la utilización de estas herramientas, es que se logra una alerta temprana que permite planificar una parada para corregir el problema, alcanzando de ésta manera una mayor disponibilidad de la maquinaria y una reducción del número de fallas catastróficas.

El objetivo del **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO “INLINE” PARA MAQUINARIA PESADA** es conocer la situación de la maquinaria, basados en las recomendaciones del fabricante de la maquina, proveedores de insumos y repuestos y en la aplicación de las mejores acciones. Las técnicas de monitoreo miden variables físicas que son indicadoras de la condición de la máquina, que son analizadas comparando con el rango de valores normales para evaluar las condiciones de deterioro.

El monitoreo de condición estudia la evolución de los parámetros seleccionados en el tiempo, con la finalidad de identificar la existencia de tendencias que indiquen la presencia de una falla.

6.2 MONITOREO POR CONDICIÓN

Es la medición de una variable física que se considera representativa de la condición del equipo y su comparación con valores que indican si el equipo está

en buen estado o deteriorado. los objetivos del monitoreo por condición es indicar cuándo existe un problema, para diagnosticar entre condiciones buena y mala; y si es mala indicar cuán mala es. Evitando fallos catastróficos, diagnosticar fallos con problemas específicos, pronosticar la vida útil y cuánto tiempo más podría funcionar el equipo sin riesgo de fallo. Esta técnica permite el análisis paramétrico de funcionamiento cuya evaluación permite detectar un fallo antes de que tenga consecuencias más graves.

En general, consiste en estudiar la evolución temporal de ciertos parámetros y asociarlos a la evolución de fallos, para así determinar en que período de tiempo ese fallo va a tomar una relevancia importante, para así poder planificar todas las intervenciones con tiempo suficiente para que ese fallo nunca tenga consecuencias graves.

Una de las características más importantes es que no debe alterar el funcionamiento normal de los procesos, la inspección de los parámetros se pueden realizar de forma periódica o de forma continua, dependiendo de diversos factores como son: el tipo de planta, tipos de fallos a diagnosticar y la inversión que se quiere realizar.

En ésta medida el **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO “INLINE” PARA MAQUINARIA PESADA** recomienda la implementación de un estudio o Monitoreo de Condición en dichos equipos el cual generara los siguientes beneficios:

- Detectar condiciones que motivan una falla.
- Detectar problemas en la maquinaria
- Evitar fallas catastróficas.
- Diagnóstico que causan la falla.
- Proyección de la vida útil del equipo.

Para llevar adelante una estrategia de Monitoreo de Condición se debe evaluar los equipos de acuerdo a su criticidad y como afecta su confiabilidad, disponibilidad, los costos de no disponibilidad, los costos no confiabilidad, y la seguridad a la operativa, de manera de que los costos de aplicación de la estrategia sean menores a los que se tratan de evitar.

Existen casos en que los costos de no disponibilidad y no confiabilidad pueden llegar a justificar el diseño y la utilización de un esquema de redundancia de equipos como alternativa para responder ante una eventual falla, sin pérdidas de producción, aumentando de ésta manera la confiabilidad del sistema Siempre que el rendimiento de un equipo se mantenga dentro del rango normal, según los requerimientos operativos, se considera que el activo está cumpliendo su función. Cada una de las herramientas que utiliza el Monitoreo de Condición tendrá que ser seleccionada de acuerdo a su capacidad de identificar las causas de falla.

6.3 LAS TÉCNICAS DE MONITOREO DE CONDICIÓN QUE PODRÍAN SER APLICABLES:

- Inspecciones de la maquinaria
- Medición del desempeño
- Monitoreo de las condiciones dinámicas de la maquinaria
- Monitoreo de partículas de desgaste

Dichas técnicas nos permitirán detectar una falla potencial mucho tiempo antes de que se convierta en una falla funcional, lo que nos dará la posibilidad de:

1. Tomar acciones para evitar las consecuencias de la falla
2. Planificar una acción correctiva, de manera de disminuir las pérdidas de producción
3. Tomar acciones para eliminar la causa de falla.

Todo esto conducirá a mejorar la confiabilidad y disponibilidad de las máquinas. La filosofía del Mantenimiento **Proactivo**, a pesar de utilizar las mismas herramientas que un Programa de Monitoreo de Condición, se enfoca a las causas y no a los efectos de las mismas, a diferencia del Mantenimiento **Predictivo**.

Al igual, que para el caso del Monitoreo de Condición debe enfocarse a las máquinas críticas, efectuar un análisis de modos de falla, consecuencias, síntomas y efectos, y determinar los objetivos de control para cada una de ellas, los tipos de análisis que se efectuarán, y las medidas que deben tomarse para regresar a los valores establecidos.

El objetivo del Mantenimiento Proactivo es extender la vida de la maquinaria. Una vez que se han identificado la causa raíz que genera el desgaste, se debe eliminar ya que para extender la vida en servicio de los componentes, se deben mantener los parámetros de causa de falla dentro de límites aceptables.

Las estadísticas prueban que aproximadamente el 10% de las causas generan el 90% de las fallas, por ello resulta fundamental no continuar gastando en las Consecuencias de las mismas fallas.

La maquinaria pesada es decir toda maquinaria móvil diesel – hidráulica y diesel – eléctrica, tal como: maquinaria vial, agrícola, para minería, equipamiento portuario, entre otras que es utilizadas en la construcción, minería, transporte, sector naval y portuario, está conformada por diversas máquinas rotativas, tales como motores diesel, cajas de engranajes, bombas hidráulicas, compresores de aire, entre otros. Las máquinas rotativas tienen asociada una probabilidad de falla que se incrementa a medida que aumenta el nivel de desgaste del sistema.

La maquinaria pesada es dependiente de sistemas fluidos, tales como los lubricantes, aceites hidráulicos, refrigerantes, combustibles y aire, los cuáles llevan

contaminantes dentro del sistema y los transportan. La presencia de contaminación anormal, en un sistema puede describirse como falla incipiente. Esto significa que aunque la máquina no está experimentando una pérdida en su desempeño o degradación de sus componentes, las condiciones que llevan a la falla y reducen la vida del componente están presentes, en consecuencia el análisis de lubricantes es la herramienta fundamental de una Estrategia Proactiva para el caso de flotas de maquinaria pesada.

6.4 EL ANÁLISIS DE ACEITE, COMO HERRAMIENTA DEL MANTENIMIENTO PROACTIVO EN FLOTAS DE MAQUINARIA PESADA

Análisis de aceite

Las funciones principales de los lubricantes son:

1. Controlar la fricción
2. Controlar el desgaste
3. Controlar la corrosión
4. Controlar la temperatura
5. Controlar la contaminación
6. Transmitir potencia, en el caso de circuitos hidráulicos

El aceite transporta y contiene toda la información acerca de los contaminantes y Partículas de desgaste.

El análisis de aceite es una técnica simple, que realizando medidas de algunas propiedades físicas y químicas proporciona información con respecto a:

1. La salud del lubricante
2. Contaminación del lubricante
3. Desgaste de la maquinaria

El análisis de aceite no sólo va a permitir monitorear el estado de desgaste de los equipos, detectar fallas incipientes, sino también establecer un Programa de Lubricación basado en Condición.

Los fabricantes de equipos recomiendan Planes de Mantenimiento que incluyen cambios de lubricantes a intervalos fijos, llevando a un costoso sobre mantenimiento, pues sustituye lubricantes todavía aptos para el uso.

6.5. BENEFICIOS DE UTILIZAR EL ANÁLISIS DE ACEITE

Para llevar adelante la estrategia *Proactiva* es fundamental establecer dos tipos de Alarmas:

1. Alarmas Absolutas
2. Alarmas Estadísticas

Las **alarmas absolutas** son límites condenatorios que se aplican al estado de contaminación del lubricante, y se pueden tomar las recomendaciones del fabricante del equipo, en el caso que las hubiera o en su defecto las recomendaciones del Laboratorio de Análisis de Lubricantes.

Mientras que las **alarmas estadísticas** están basadas en los propios valores Registrados en el equipo. El análisis de la tendencia estadística permite identificar fallas incipientes. No se debe olvidar la variabilidad inherente a la propia exactitud de las pruebas que se realizan.

Resulta muy importante para poder identificar las causas de falla tener en cuenta las condiciones operativas y ambientales. Tal como es sabido, aún dos máquinas idénticas condiciones operativas y ambientales disímiles no requerirán las mismas

intervenciones de mantenimiento, ni presentarán la misma clase de fallas. Pero para el caso de equipos idénticos en condiciones operativas similares, se pueden utilizar las mismas alarmas estadísticas. Así mismo, es fundamental conocer la metalurgia de las partes móviles que tienen contacto con el lubricante, para eventualmente identificar el origen de los metales de desgaste.

Para llevar adelante una Estrategia **Proactiva** el primer paso es seleccionar los equipos a incluir dentro del Programa, y definir los objetivos de limpieza, y luego tomar acciones para llevarlos a cabo.

Para seleccionar los puntos de lubricación a monitorear mediante análisis de aceite, tal como ya se mencionó anteriormente, debe tenerse en cuenta la criticidad del componente y en cómo afecta éste a la confiabilidad y disponibilidad de la máquina. Incluso debe incluirse en el programa un reductor de 2 litros de capacidad, si éste afecta la confiabilidad y seguridad de la máquina. Para ésta caso no se esperan beneficios extendiendo la vida del aceite, sino desde el punto de vista del Mantenimiento **Predictivo**.

El control de contaminación de los aceites, es el pilar básico de la Estrategia **Proactiva**, enfocándose al control de la principal causa de desgaste y falla de los equipos, debiéndose evitar que los contaminantes ingresen al sistema. El objetivo de limpieza afecta desde la recepción, almacenaje y manipulación de los lubricantes nuevos, la limpieza de los respiraderos, la correcta selección y frecuencia de cambio de filtros.⁶

A continuación en la (**tabla 10**) encontramos una síntesis de las principales consecuencias de los contaminantes sobre las superficies metálicas.

⁶ Análisis de aceite como herramienta de mantenimiento preventivo en flotas de maquinaria pesada , Carolina Altmann

TABLA 10. PRINCIPALES CONSECUENCIAS SOBRE LA SUPERFICIE METÁLICA, SEGÚN EL TIPO DE CONTAMINANTE.

Tipo de contaminante	Efectos sobre la superficie de la maquinaria
Partículas	Desgaste superficial por abrasión y fatiga
Agua	Herrumbre, rayado
Combustible	Incremento del desgaste, por pérdida de resistencia de la película lubricante
Anticongelante	Herrumbre, corrosión. Incremento del desgaste, por pérdida de resistencia de la película lubricante
Aire	Cavitación
Calor	Formación de baniz. Incremento del desgaste, por pérdida de resistencia de la película lubricante

Los aceites sufren un mecanismo de envejecimiento natural que va alterando sus propiedades físicas: la densidad, la viscosidad, y las propiedades químicas, que disminuye su vida útil, a través los siguientes mecanismos:

1. Oxidación
2. Polimerización
3. Ruptura
4. Evaporación

Al disminuir la contaminación con agua, con aire, con partículas, con calor, no sólo se estará disminuyendo el desgaste de la maquinaria, sino también extendiendo la vida útil del aceite.

6.6 PRUEBAS DE ACEITES QUE RECOMENDADAS PARA MAQUINARIA PESADA

La utilización de una línea completa de productos y servicios para cumplir las necesidades de cada equipo; entre ellas encontramos distribuidores

especializados, en satisfacer dichas necesidades como lo son: **Cumins de los andes, Napa, Gecolsa, Districandelaria, etc.**

En este punto en particular el ofrecimiento de una línea completa de opciones de alta calidad en filtración y análisis de fluidos, no es suficiente, por eso aconsejamos a continuación una serie de pruebas aplicadas a cada uno de los sistemas y que deberán ser exigidas por el usuario a su distribuidor seleccionado, para así ajustarse a las normativas internacionales y recopilar la mayor cantidad de información sobre el estado de la maquinaria en estudio para poder determinar la mejor selección de los fluidos que se ajusten a las necesidades de trabajo del equipo. Todos estos datos se obtienen de comparar las condiciones de operación y los requisitos del equipo con las consideraciones económicas, asegurándole recibir la mejor eficiencia en filtración para el trabajo en el momento en que se necesita.

6.6.1 Para el Motor Diesel

1. Espectroscopia de Metales: Hierro, Cobre, Plomo, Aluminio, Cromo, Estaño,
2. Calcio, Sodio y Silicio.
3. Medida de contenido de hollín
4. Medida de Viscosidad cinemática (ASTM D-445)
5. Contenido de Agua (ASTM D-95)
6. Medición del TBN (ASTM D-2896)
7. Dilución por combustible
8. Dilución por Glicol

6.6.2 Circuitos Hidráulicos

Pruebas que comúnmente se realizan a aceites hidráulicos

- Espectroscopia de Metales: Hierro, Cobre, Plomo, Aluminio, Cromo, y Níquel
- Espectroscopia de Silicio
- Medida de Viscosidad cinemática
- Contenido de Agua
- Medición del TAN
- Oxidación
- Conteo de partículas

Al igual que en el caso del motor si se grafican los contenidos de los metales, se pueden comparar los contenidos de metales de desgaste en relación los límites de advertencia, así como también analizar las tendencias. Las estadísticas prueban que del 75 al 85% de todas las fallas en sistemas hidráulicos son resultado directo de la contaminación del fluido.

Los contaminantes transportados en el aceite afectan a los distintos componentes del circuito; bombas, motores, válvulas, y cilindros hidráulicos por la corrosión producida por los ácidos que se forman debido a la oxidación del aceite y la contaminación con agua. También se pueden producir atascamientos de válvulas por presencia de partículas, más en circuitos que posean bombas y motores de pistones y válvulas proporcionales. Según la clase de bombas y válvulas que componen el circuito hidráulico, y la presión de trabajo de las mismas, se puede definir el objetivo de limpieza según el código ISO 4406. Se deben seleccionar los filtros hidráulicos necesarios según la eficiencia de filtrado requerida.

Realizando el control de contaminación y el monitoreo de condición del estado de salud del lubricante se pudo llegar a extender 8 veces la vida en servicio comparada con el intervalo entre cambios indicado por el fabricante, lo que genera una importantísima disminución del consumo de lubricantes, y la consecuente disminución de los costos de lubricantes y mano de obra asociada a lubricación. El control de contaminación y que el lubricante se mantenga por debajo de un objetivo de limpieza, reduce el desgaste sufrido por los componentes, extendiendo de ésta manera la vida útil de bombas hidráulicas, motores hidráulicos y válvulas.

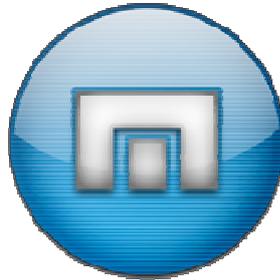
6.6.3 Diez razones para aplicar mantenimiento Proactivo.

Resulta fundamental para que el Plan de Mantenimiento sea exitoso, tanto la selección adecuada de los sistemas o componentes a monitorear, como el correcto establecimiento de límites y objetivos de limpieza. En general la implementación de una Estrategia **Proactiva** generará los siguientes beneficios:

- Aumento de la confiabilidad.
- Aumento de la seguridad en la operación al evitar las fallas catastróficas.
- Aumento de la disponibilidad, al aumentar la confiabilidad, y al mejorar la
- planificación de las intervenciones.
- Disminución de pérdidas de producción, por interrupciones debidas a fallas.
- Reducción del impacto ambiental por la reducción del consumo de lubricantes.
- Disminución de costos de lubricantes hasta en 10 veces.
- Disminución de costos de mano de obra en tareas de lubricación.

- Disminución de costos de reparación, por detección temprana de los problemas.
- Disminución de costos de materiales y repuestos, al extender la vida útil de las máquinas hasta 6 veces, según el sistema y los objetivos planteados.

7. SOFTWARE PARA LA EJECUCIÓN DEL MANTENIMIENTO



“INLINE MANTEINANCE v1.0”

Ficha técnica:

- **Nombre del software:** Inline Maintenance v1.0
- **Plataforma:** Microsoft office Excel 2003.
- **Fecha y lugar de creación:** octubre 2008, Col.
- **Autor(es):** John Berrio Garcia
Ennuar Gazabon Pinedo
- **Colaboraciones:** David Franco
Oswaldo Berrio
Hermes Ramírez
- **Descripción:** software para la planificación y ejecución de mantenimiento de maquinaria.
- **Requerimientos mínimos del sistema:**
Windows xp profesional servipack No 1,
Procesador Intel Pentium III o superior.
Espacio en disco: 100 Mb.
RAM: 500 Mb.
Unidad de DVD ROM.
- comentarios y Soporte Técnico : ing.meknico@hotmail.com,
ing.jberrio@gmail.com

7.1. DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE “**INLINE MANTEINANCE v1.0**”

Si usted es el responsable de la coordinación de una variedad de tareas de mantenimiento concretas que deben ser completadas dentro de un plazo específico para una cantidad fija o variable de equipos, usted debe ser un mantenedor y, a continuación, le presentamos un software que puede ser para usted.

El mantener equipos funcionando y en óptimas condiciones de trabajo es el objetivo general de todos los mantenedores, los equipos de refrigeración, las bombas, sistemas hidráulicos, sistemas neumáticos, líneas de producción y toda la maquinaria en general. Son algunos de los equipos que millones de empresas y en general la industria necesita utilizar y tener disponible día a día. ¿Qué es **INLINE MANTEINANCE**? Es una herramienta útil que le ayudara a elaborar un plan de acción, organizar y almacenar todos los detalles que deben completarse a fin de lograr su objetivo. El monitoreo de equipos y maquinas, la construcción de nuevos métodos y planes de mantenimiento, el control de documentos, análisis de costos, el seguimiento de los progresos del mantenimiento, evaluar la calidad de su mantenimiento y la gestión de múltiples mantenimientos, **INLINE MANTEINANCE** lo hace todo!!

INLINE MANTEINANCE tiene como plataforma base el software de Office Profesional 2003 (Excel). Consta de de un libro con un cierto numero de paginas, esta cantidad de paginas es ajustable a los equipos o maquinas que se estén evaluando, este libro te va a proporcionar información individual o grupal de los equipos evaluados mostrando graficas de trabajo, curvas de rendimiento, frecuencias de uso, etc. El **INLINE MANTEINANCE v1.0** se comunica con usted a través de su página principal de inicio, las ordenes de mantenimiento, hojas de gráficos, hipervínculos, tablas dinámicas, menús y cuadros de diálogo.

Antes de comenzar la explicación del funcionamiento, vamos a dar a conocer unos términos y definiciones que se utilizarán a menudo.

Mantenimiento: Se trata de las acciones que se realizan a una maquina o equipo para que puedan seguir funcionando adecuadamente.

Mantenedor: Es la persona encargada de programar y mostrar resultados de los mantenimientos realizados.

Recursos: Pueden ser personas, equipos, materiales o servicios que son necesarios para completar las diversas tareas de mantenimiento.

Para comenzar a programar el mantenimiento usted necesita definir claramente algunos puntos claves.

1. Identificar a que le va a hacer mantenimiento y que clase de mantenimientos va a realizar.
2. Definir sus objetivos como mantenedor.
3. Identificar sus actividades de mantenimiento.
4. Asignar recursos a las actividades.
5. hacer una estimación de tiempo y proyección de costos
6. Hacer consideraciones acerca de diversos factores que pueden afectar a la duración de un mantenimiento y los costos de estas.

7.2. INSTRUCCIONES DE USO Y CAPACITACIÓN.

INLINE MANTEINANCE, es un libro en Excel 2007 que consta de 26 páginas donde se verán cuatro clases de páginas.

En la primera clase tenemos seis paginas, en las cuales el usuario va a digitar toda la información requerida por el software tal como. Horas trabajadas de los equipos, cantidad de combustible, tiempo de paradas de equipos por acciones de mantenimiento, datos que se piden en el formato de orden de mantenimiento y llenar un historial de mantenimiento, todas estas paginas tienen una etiqueta azul para su fácil identificación.

GRAFICA 1. BARRA DE INICIO



En la segunda clase hay seis páginas en las cuales el usuario podrá ver las graficas de los procesos que esta manejando, tales como horas totales trabajadas por equipo mensual como anualmente, el consumo de combustible por equipo mensual y anual, la disponibilidad del equipo mensual y anual, estas páginas tienen una etiqueta púrpura que las caracteriza.

GRAFICA 2. BARRA PROCESOS DE EJECUCION MANTENIMIENTO



La tercera clase muestra los tipos y acciones de mantenimiento que se deben realizar para cada equipo en un tiempo previamente estimado, estas paginas están etiquetadas con color turquesa (azul marino).

GRAFICA 3. BARRA TIPOS Y ACCIONES DE MANTENIMIENTO



En la cuarta y última clase de páginas veremos las hojas de vida de los equipos, estas etiquetadas con color verde.

GRAFICA 4. BARRA HOJAS DE VIDA EQUIPOS



Generalmente el programa se maneja desde las paginas con etiqueta azul: *INICIO, REGISTRO DE HORAS TRABAJADAS, REGISTRO DE TANQUEO, REGISTRO DE PARADAS DE EQUIPO POR ACCIONES DE MANTENIMIENTO, ORDEN DE MMTO, HISTORIAL DE MTTO.*

Para facilitar el uso del programa, cada uno de los equipos tienen un color característico, tanto en las tablas como en las graficas.

GRAFICA 5. BARRA LISTADO MAESTRO DE EQUIPOS EN ANALISIS

BETROEXCAVADORA ex 200-2	BETROEXCAVADORA ex 200-3	BETROEXCAVADORA ex 320lc	BETROEXCAVADORA ex 330-5	MOTONIVELADORA 120H	MOTONIVELADORA 120G	MOTONIVELADORA 120 SERIE III
Exc A	Exc B	Exc C	Exc D	Mot A	Mot B	Mot C

INICIO.

Es una pagina en la cual el usuario va poder ver en un cuadro, las horas totales trabajadas, la horas totales de parada por acciones de mantenimiento, cantidad de mantenimientos que debe haber realizado y el estado del mantenimiento, todo esto para cada equipo.

GRAFICAS 6. HORAS TOTALES TRABAJADAS

		EQUIPOS						
EQUIPO		BETROEXCAVADORA ex 200-2	BETROEXCAVADORA ex 200-3	BETROEXCAVADORA ex 320lc	BETROEXCAVADORA ex 330-5	MOTONIVELADORA 120H	MOTONIVELADORA 120G	MOTONIVELADORA 120 SERIE III
CODIGO		Exc A	Exc B	Exc C	Exc D	Mot A	Mot B	Mot C
FECHA DEL PRIMER MTTO								
TIEMPO DE TRABAJO DE LA MAQUINA		0	0	0	0	0	0	0
TIEMPO DE PARADA DE MAQUINA		0	0	0	0	0	0	0
CANTIDAD DE MP 50H REALIZADOS		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ESTADO DEL MANTENIMIENTO		MTTO	MTTO	MTTO	MTTO	MTTO	MTTO	MTTO
CANTIDAD DE MP 100H REALIZADOS		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ESTADO DEL MANTENIMIENTO		MTTO	MTTO	MTTO	MTTO	MTTO	MTTO	MTTO
CANTIDAD DE MP 250H REALIZADOS		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ESTADO DEL MANTENIMIENTO		MTTO	MTTO	MTTO	MTTO	MTTO	MTTO	MTTO
CANTIDAD DE MP 500H REALIZADOS		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ESTADO DEL MANTENIMIENTO		MTTO	MTTO	MTTO	MTTO	MTTO	MTTO	MTTO
CANTIDAD DE MP 1000H REALIZADOS		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ESTADO DEL MANTENIMIENTO		MTTO	MTTO	MTTO	MTTO	MTTO	MTTO	MTTO
CANTIDAD DE MP 2000H REALIZADOS		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ESTADO DEL MANTENIMIENTO		MTTO	MTTO	MTTO	MTTO	MTTO	MTTO	MTTO

GRAFICA 7. TIEMPO DE TRABAJO Y HORAS PARADA DE LOS EQUIPOS

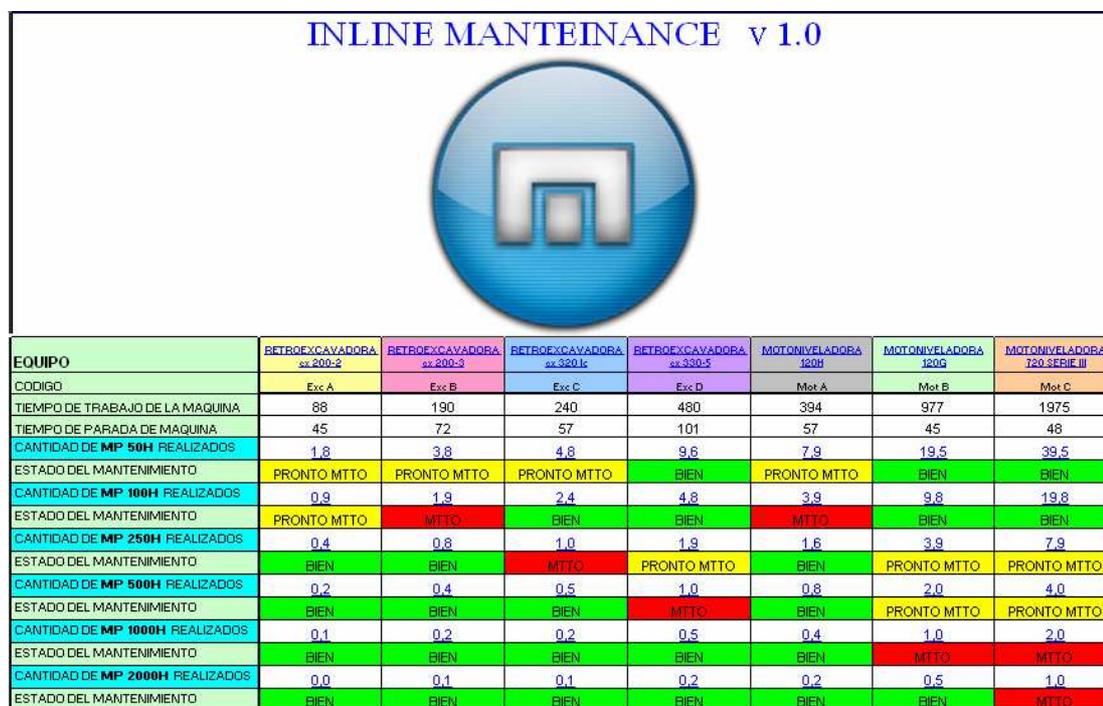
EQUIPO	TIEMPO DE TRABAJO DE MAQUINA						
	RETROEXCAVADORA ex.200-2 Exc A	RETROEXCAVADORA ex.200-3 Exc B	RETROEXCAVADORA ex.320-1c Exc C	RETROEXCAVADORA ex.330-5 Exc D	MOTONIVELADORA 120H Mot A	MOTONIVELADORA 120G Mot B	MOTONIVELADORA 720 SERIE III Mot C
FECHA DEL PRIMER MTTG	0	0	0	0	0	0	0
TIEMPO DE TRABAJO DE LA MAQUINA	0	0	0	0	0	0	0
TIEMPO DE PARADA DE MAQUINA	0	0	0	0	0	0	0
CANTIDAD DE MP 50H REALIZADOS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ESTADO DEL MANTENIMIENTO	MTTG	MTTG	MTTG	MTTG	MTTG	MTTG	MTTG
CANTIDAD DE MP 100H REALIZADOS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ESTADO DEL MANTENIMIENTO	MTTG	MTTG	MTTG	MTTG	MTTG	MTTG	MTTG
CANTIDAD DE MP 250H REALIZADOS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ESTADO DEL MANTENIMIENTO	MTTG	MTTG	MTTG	MTTG	MTTG	MTTG	MTTG
CANTIDAD DE MP 500H REALIZADOS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ESTADO DEL MANTENIMIENTO	MTTG	MTTG	MTTG	MTTG	MTTG	MTTG	MTTG
CANTIDAD DE MP 1000H REALIZADOS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ESTADO DEL MANTENIMIENTO	MTTG	MTTG	MTTG	MTTG	MTTG	MTTG	MTTG
CANTIDAD DE MP 2000H REALIZADOS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ESTADO DEL MANTENIMIENTO	MTTG	MTTG	MTTG	MTTG	MTTG	MTTG	MTTG

TIEMPO DE PARADA DE MAQUINA
POR ACCIONES DE MANTENIMIENTO

GRAFICA 8. CANTIDADES DE MANTENIMIENTO

EQUIPO	CANTIDADES DE MANTENIMIENTOS						
	RETROEXCAVADORA ex.200-2 Exc A	RETROEXCAVADORA ex.200-3 Exc B	RETROEXCAVADORA ex.320-1c Exc C	RETROEXCAVADORA ex.330-5 Exc D	MOTONIVELADORA 120H Mot A	MOTONIVELADORA 120G Mot B	MOTONIVELADORA 720 SERIE III Mot C
FECHA DEL PRIMER MTTG	0	0	0	0	0	0	0
TIEMPO DE TRABAJO DE LA MAQUINA	0	0	0	0	0	0	0
TIEMPO DE PARADA DE MAQUINA	0	0	0	0	0	0	0
CANTIDAD DE MP 50H REALIZADOS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ESTADO DEL MANTENIMIENTO	MTTG	MTTG	MTTG	MTTG	MTTG	MTTG	MTTG
CANTIDAD DE MP 100H REALIZADOS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ESTADO DEL MANTENIMIENTO	MTTG	MTTG	MTTG	MTTG	MTTG	MTTG	MTTG
CANTIDAD DE MP 250H REALIZADOS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ESTADO DEL MANTENIMIENTO	MTTG	MTTG	MTTG	MTTG	MTTG	MTTG	MTTG
CANTIDAD DE MP 500H REALIZADOS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ESTADO DEL MANTENIMIENTO	MTTG	MTTG	MTTG	MTTG	MTTG	MTTG	MTTG
CANTIDAD DE MP 1000H REALIZADOS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ESTADO DEL MANTENIMIENTO	MTTG	MTTG	MTTG	MTTG	MTTG	MTTG	MTTG
CANTIDAD DE MP 2000H REALIZADOS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ESTADO DEL MANTENIMIENTO	MTTG	MTTG	MTTG	MTTG	MTTG	MTTG	MTTG

GRAFICA 9. PANEL DE CONTROL PRINCIPAL (INICIO)



Aquí podemos ver como **INLINE MANTEINANCE**, muestra con palabras y colores los estados del mantenimiento de los equipos, en la segunda columna de izquierda a derecha muestra un tiempo trabajado de 88 horas, eso no dice que ese equipo "**retroexcavadora ex200-2**" debe llevar realizados un mantenimiento de 50 horas "**MP 50H**" que debe estar registrado en la hoja de historial de mantenimiento, además de eso vemos un aviso, "**PRONTO MANTENIMIENTO**", ya que faltan 12 horas para en próximo mantenimiento de 50 horas y 12 horas para el primer mantenimiento de 100 horas "**MP 100H**". Esto se cumple para cada equipo y mantenimiento, como se puede ver en la figura.

REGISTRO DE HORAS TRABAJADAS

En esta página encontraremos un formato que incluye los meses y días del año, los cuales el usuario tendrá que llenar con el reporte diario de horas trabajadas de cada equipo.

GRAFICA 10. REGISTRO HORAS TRABAJADAS POR EQUIPO

DIAS

		REGISTRO DE HORAS TRABAJADAS								
		10/01/2008	11/01/2008	12/01/2008	13/01/2008	14/01/2008	15/01/2008	16/01/2008	17/01/2008	18/01/2008
ENERO			12	12	12					
		20	20	20	20					
		24	22		21		12			
		24	24	24	24	24	24	24	24	24
		12	12	12	12	12	12	12	12	12
		23	23	23	23	23	23	23	23	23
		23	23	23	12	12	12	12	23	23

HORAS REGISTRADAS

En **registro de horas trabajadas** podrás desplazarte hacia arriba y hacia abajo para ubicar los meses, estando el título de la página siempre fijo, y desplazarte de derecha a izquierda para ver los días del mes quedando la celda que contiene el nombre del mes fija. Los valores a ingresar no pueden ser mayores de 24 o menores de 0, ya que saldrá un cuadro de dialogo avisando un error

GRAFICA 11. REGISTRO ERROR VALOR DIGITADO



REGISTRO DE TANQUEO

En esta página se utiliza un formato muy parecido al anterior, que incluye los meses y días del año, los cuales el usuario tendrá que llenar con el reporte diario de galones de combustible tanqueado por cada equipo. Al igual que en el anterior podrás desplazarte hacia arriba y hacia abajo para ubicar los meses, estando el título de la página siempre estático, y desplazarte de derecha a izquierda para ver los días del mes quedando la celda que contiene el nombre del mes estática.

En esta parte los valores a ingresar no pueden ser mayores de 500 o menores de 0, ya que saldrá un cuadro de dialogo avisando un error.

GRAFICA 12. REGISTRO TANQUEO EN GAL

DIAS

		A	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	
1		REGISTRO DE TANQUEO MENSUAL (gal.)												
2														
3	ENERO	12/01/2008	13/01/2008	14/01/2008	15/01/2008	16/01/2008	17/01/2008	18/01/2008	19/01/2008	20/01/2008	21/01/2008	22/01/2008		
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13	FEBRERO	12/02/2008	13/02/2008	14/02/2008	15/02/2008	16/02/2008	17/02/2008	18/02/2008	19/02/2008	20/02/2008	21/02/2008	22/02/2008		
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														

MESES

CELDA DE REGISTRO DE DATOS

		A	O	P	Q	R	S	T	U
1		REGISTRO DE TANQUEO MENSUAL (gal.)							
2									
3	ENERO	13/01/2008	14/01/2008	15/01/2008	16/01/2008	17/01/2008	18/01/2008	19/01/2008	
4		123	312	122					
5			324	432					
6		356	322						
7			123						
8			423						
9			378	321					
10			321	422					

		A	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	
1		REGISTRO DE TANQUEO MENSUAL (gal.)										
2												
3	ENERO	13/01/2008	14/01/2008	15/01/2008	16/01/2008							
4		123	312	122								
5			324	432								
6		356	322									
7			123									
8			423									
9			378	321	501							
10			321	422								

VALOR INCORRECO

✖

PORFAVOR DIGITE VALOR ENTRE

0 Y 500

GRACIAS

VALOR INCORRECTO

REGISTRO DE PARADAS DE EQUIPO POR ACCIONES DE MANTENIMIENTO

En esta página se utiliza un formato muy parecido al anterior, que incluye los meses y días del año, los cuales el usuario tendrá que llenar con el reporte diario de horas de equipo parado por acciones de mantenimiento, ya sean programadas o correctivas, esto por cada equipo. Al igual que en el anterior podrás desplazarte hacia arriba y hacia abajo para ubicar los meses, estando el título de la página siempre estático, y desplazarte de derecha a izquierda para ver los días del mes quedando la celda que contiene el nombre del mes estática. Los valores a ingresar no pueden ser mayores de 24 o menores de 0, ya que saldrá un cuadro de diálogo avisando un error igual al de la hoja de registro de horas trabajadas. El conteo general de estas horas de parada se podrá ver en la página de inicio en el cuadro principal.

GRAFICA 13. REGISTRO PARADAS DE MAQUINA

		DIAS															
		A	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	G		
		REGISTRO DE HORAS DE PARADA DE MAQUINA POR ACCIONES DE MANTENIMIENTO															
MESES	ENERO	04/01/2008	05/01/2008	06/01/2008	07/01/2008	08/01/2008	09/01/2008	10/01/2008	11/01/2008	12/01/2008	13/01/2008	14/01/2008	15/01/2008	16/01/2008			
MESES	FEBRERO	04/02/2008	05/02/2008	06/02/2008	07/02/2008	08/02/2008	09/02/2008	10/02/2008	11/02/2008	12/02/2008	13/02/2008	14/02/2008	15/02/2008	16/02/2008			

} CELDAS DE REGISTRO DE DATOS

		REGISTRO DE HORAS DE PARADA DE MAQUINA POR ACCIONES DE MANTENIMIENTO													
		05/01/2008	06/01/2008	07/01/2008	08/01/2008	09/01/2008	10/01/2008	11/01/2008	12/01/2008	13/01/2008	14/01/2008	15/01/2008	16/01/2008		
ENERO		21,0			12,0	12,0	12,0	24,0	4,0	5,0					
						12,0	1,0	2,0	3,0	3,0					
							21,0	11,0							
		21,0			3,0			12,0	12,0	12,0					
		12,0	12,0		3,0	8,0	5,0	13,0	12,0	12,0	12,0				
			21,0		4,0	4,0	3,0	2,0							
		12,0						12,0	12,0	12,0					

ORDEN DE MANTENIMIENTO

La orden de mantenimiento preventivo es un formato que el usuario deberá llenar, antes de ser impresa, los campos que se debes llenar los siguientes: EQUIPO, TIPO DE MANTENIMIENTO, PROGRAMADO POR, FECHA DE PROGRAMACION, REQUIERE PARO DE MAQUINA, TRABAJOS A REALIZAR.

Los demás campos es recomendable llenar después de ser impresa, ya que son datos variables dependiendo de la naturaleza del mantenimiento y el mantenedor.

EQUIPO

En este campo el software tiene una lista predeterminada de equipos, de los cuales el usuario tiene que escoger uno, y automáticamente mostrara el código del equipo seleccionado.

GRAFICA 14. SELECCION EQUIPO EN ORDEN DE MANTENIMIENTO

PRESIONAR BOTON ↓

4	EQUIPO	↓	CODIGO	
5	RETROEXCAVADORA 200-2		Exc A	
13	TIPO DE MANTENIMIENTO		PROGRAMAC	
14	MP 50H		FECHA DE PF	
21	REQUIERE PARO DE MAQUINA:	SI		
22		NO		

4	EQUIPO	↓	CODIGO	
5	Orden ascendente		Exc A	
	Orden descendente			
13				
14	(Todas)			
	(Diez mejores...)			
	(Personalizar...)			
21				
22	MOTONIVELADORA 120G			
	MOTONIVELADORA 120H			
23	MOTONIVELADORA 720 SERIEIII			
24	RETROEXCAVADORA 200-2			
25	RETROEXCAVADORA 200-3			
26	RETROEXCAVADORA 320lc			
	RETROEXCAVADORA 330-5			

} LISTA DE EQUIPOS

TIPO DE MANTENIMIENTO

En esta parte sucede algo igual, el software tiene una lista predeterminada de los mantenimientos existentes, el usuario deberá seleccionar uno de estos.

GRAFICA 15. SELECCION TIPO MANTENIMIENTO

PRESIONAR BOTON ↓

4	EQUIPO		CODIGO	
5	RETROEXCAVADORA 200-2		Exc A	
13	TIPO DE MANTENIMIENTO	↓	PROGRAMAC	
14	MP 50H		FECHA DE PF	
21	REQUIERE PARO DE MAQUINA:	SI		
22		NO		

4	EQUIPO		CODIGO	
5	RETROEXCAVADORA 200-2		Exc A	
13	TIPO DE MANTENIMIENTO	↓		
14	Orden ascendente			
	Orden descendente			
21				
22	(Todas)			
	(Diez mejores...)			
	(Personalizar...)			
23				
24	MP 1000H			
	MP 100H			
25	MP 2000H			
26	MP 250H			
	MP 500H			
	MP 50H			

} LISTA DE MANTENIMIENTOS

PROGRAMADO POR

En este campo se introducirá el nombre de la persona que es responsable del mantenimiento preventivo de los equipos, por lo general el mantenedor.

FECHA DE PROGRAMACION

Campo en el cual va la fecha del día para el cual se programa el mantenimiento.

REQUIERE PARO DE EQUIPO

En este campo se llena con una X en la parte donde esta el si ó el no.

GRAFICA 16. PARADA DE MAQUINA

CAMPO A LLENAR ↓

21	REQUIERE PARO DE MAQUINA:	SI	X
22		NO	

TRABAJOS A REALIZAR

Esta es una parte en la cual el usuario deberá llenar el campo que aparece debajo de “**trabajos a realizar**” esta celda llevara los trabajos que se van a realizar dependiendo del mantenimiento que escogió anteriormente. Estos mantenimientos están descritos en las paginas de etiqueta color turquesa.

GRAFICA 17. ORDEN MANTENIMIENTO PREVENTIVO (SIN DIGITAR SELECCIÓN)

1			ORDEN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			VERSION:
2						
3						
4	EQUIPO	CODIGO				
5	RETROEXCAVADORA 200-2	Exc A				
13	TIPO DE MANTENIMIENTO	PROGRAMADO POR:				
14	MP 50H	FECHA DE PROGAMACION:				
21	REQUIERE PARO DE EQUIPO:	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	HORAS DE PARO DE EQUIPO		
22		NO	<input type="checkbox"/>			
23						
24	TRABAJOS A REALIZAR					
25						
26						
27						
28						

← CAMPO A LLENAR

GRAFICA 18 ORDEN MANTENIMIENTO (DIGITANDO SELECCION)

1	 ORDEN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		VERSION:	
2				
3				
4	EQUIPO	CODIGO		
5	RETROEXCAVADORA 200-2	Exc A		
13	TIPO DE MANTENIMIENTO	PROGRAMADO POR:		
14	MP 50H	FECHA DE PROGAMACION:		
21	REQUIERE PARO DE EQUIPO:	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	HORAS DE PARO DE EQUIPO
22		NO	<input type="checkbox"/>	
23				
24	TRABAJOS A REALIZAR			
25				
26	1) SISTEMA HIDRAULICO: CILINDROS Y MANGUERAS: Lubricar con fitting (graceras) de los pasadores y las articulacions de brazos. 2) SISTEMA DE ADMICION Y ESCAPE: TURBO ALIMENTADOR: Limpiar filtro de aire. 3) SISTEMA ELECTRICO: BATERIA: Limpiar superficie y los bornes. Mantener los bornes con gelatina de petroleo. Suministrar agua desmineralizada. Apretar sujetador de bateria. 4) SISTEMA DE RODAJE: CADENAS Y SPROKER: Lubricar rodamientos del sproker. 5) LIMPIAR SUPERFICIE Y VERIFICAR CALIBRACION DE LOS ELEMENTOS INDICADORES DE TODOS LO SISTEMAS			
27				
28				

El resto de la orden de mantenimiento se puede llenar manualmente durante y/o después de la ejecución de este.

HISTORIAL DE MANTENIMIENTO

Es una página en la que el usuario tendrá que llenar todo los campos. Esta página se divide en tres partes:

Generalidades: Donde tendremos equipo, código, tipo de mantenimiento, responsable de mantenimiento, fecha de solicitud y numero de orden de mantenimiento. Las cuatro primeras columnas tienen cada una uno filtro para hacer mas fácil la ubicación de la información, ya sea por equipo, código, tipo de mantenimiento o responsable de mantenimiento.

GRAFICA 19. HISTORIALES DE MANTENIMIENTO

GENERALIDADES					
EQUIPO	CODIGO	TIPO DE MTTO	RESPONSABLE DE MTTO	FECHA DE SOLICITUD	N° DE ORDEN DE MTTO

Las otras dos columnas son para el control cronológico y control de documentos.

Descripción del mantenimiento realizado: En esta parte veremos, actividades, fecha de realización, horas de paro de maquina y genera programación esta ultima columna es determinada por el mantenedor, ya que si el determina que genera programación, el la puede agregar una acción de mantenimiento nueva a las ya descritas anteriormente en el capitulo #5.

GRAFICA 20. HISTORIALES DE MANTENIMIENTO (DESCRIPCION DEL TIPO MTTO)

HISTORIAL DE MANTENIMIENTO			
DESCRIPCION DEL MTTO REALIZADO			
ACTIVIDADES	FECHA DE REALIZACION	HORAS DE PARO DE MAQ	GENERA PROGRAMACION

Elementos y partes remplazadas: Esta es una parte en la que veremos, cantidad, descripción, observaciones, numero de requisición y numero de orden de compra. Las tres primeras columnas hacen referencia a las partes o elementos

que serán reemplazados en el mantenimiento, las dos columnas siguientes servirán como un control de documentos.

GRAFICA 21. HISTORIALES DE MANTENIMIENTO (ELEMENTOS Y PARTES REEMPLAZABLES)

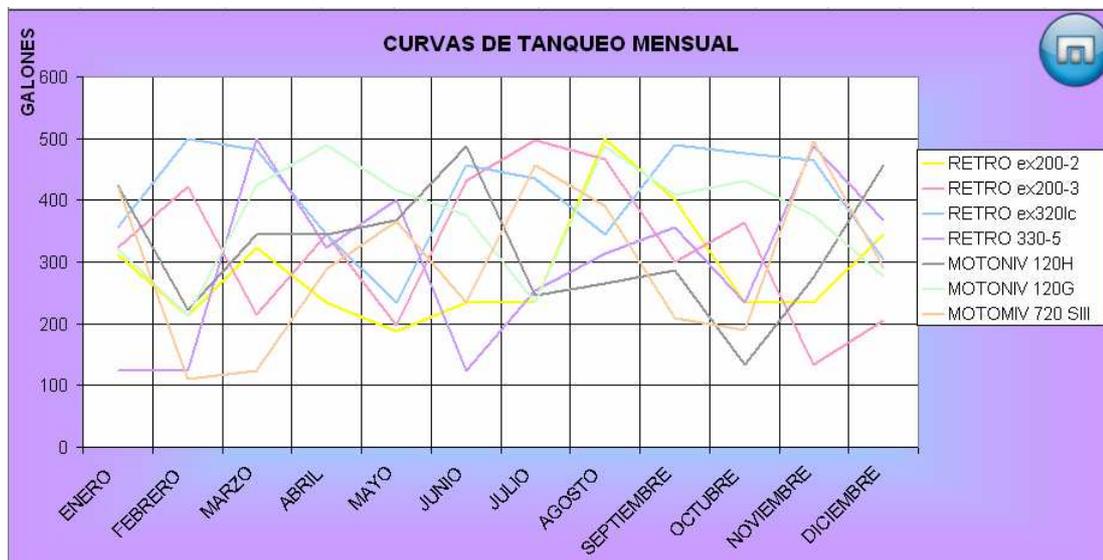
ELEMENTOS Y PARTES REEMPLAZADAS				
CANTIDAD	DESCRIPCION	OBSERVACIONES	N° DE REQUISICION	N° ORDEN DE COMPRA

Las páginas que contienen las graficas, son las de etiqueta púrpura: *GRAFICA DE TANQUEO MENSUAL, GRAFICA DE TANQUEO ANUAL, GRAFICA DE DISPONIBILIDAD MENSUAL, GRAFICA DE DISPONIBILIDAD ANUAL, GRAFICA DE HT MENSUAL Y GRAFICA DE HT ANUAL.*

GRAFICA DE TANQUEO MENSUAL

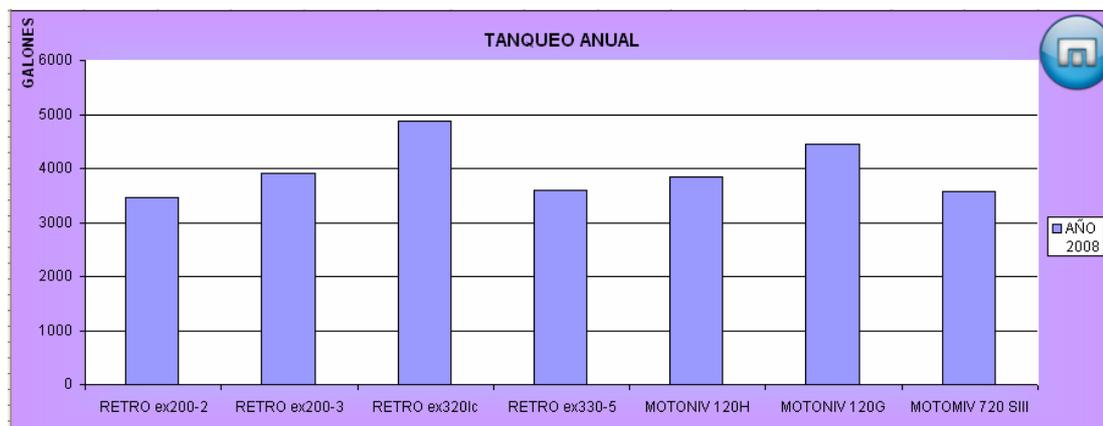
Esta pagina muestra unas curvas por equipo de la cantidad de combustible consumido mensualmente, cada equipo tiene el color de la curva igual a los colores que sean venido manejando anteriormente.

GRAFICA 22. CURVAS DE TANQUEO MENSUAL



GRAFICA 23. CURVAS DE TANQUEO ANUAL

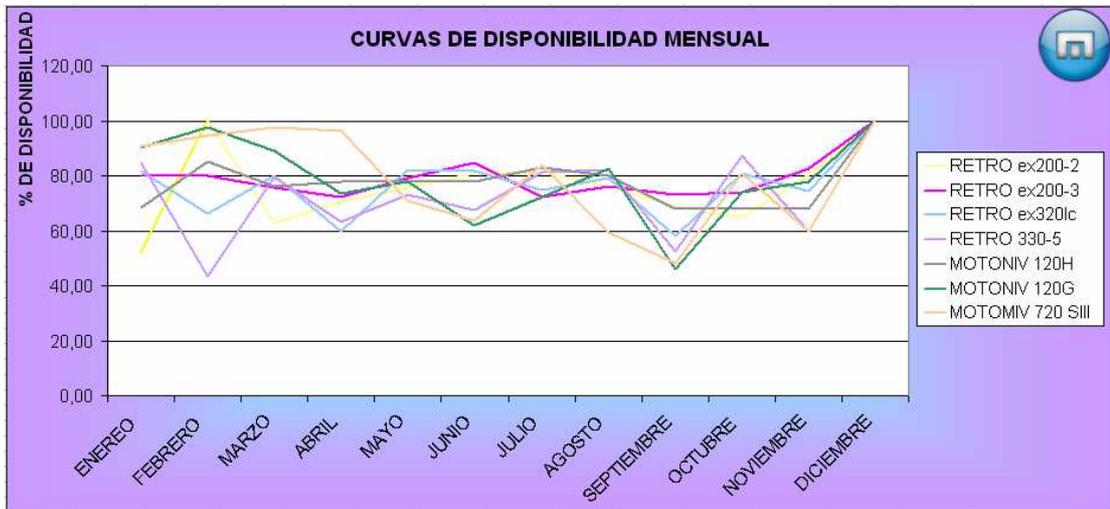
Muestra una grafica de barras por año y por equipo, del consumo de combustible anual.



GRAFICA DE DISPONIBILIDAD MENSUAL

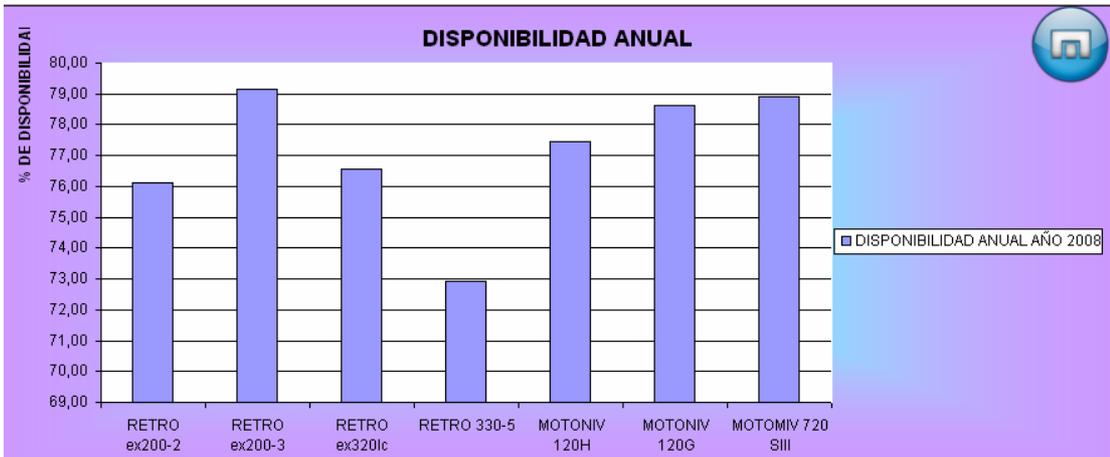
Muestra las curvas de la disponibilidad mensual de los equipos, cada equipo tiene el color de la curva igual a los colores que sean venido manejando anteriormente.

GRAFICA 24. CURVAS DE DISPONIBILIDAD MENSUAL



GRAFICA 25. CURVAS DE DISPONIBILIDAD ANUAL

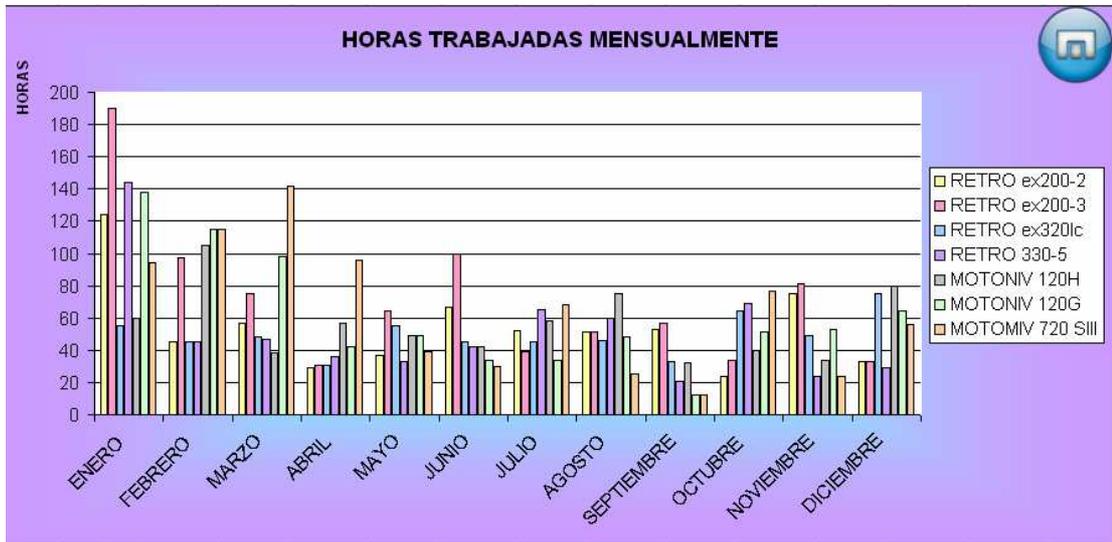
Muestra una grafica de barras por año, de la disponibilidad de cada equipo.



GRAFICA DE HT MENSUAL

En esta página veremos una grafica de barras, la cual nos mostrara las horas trabajadas de cada equipo, cada equipo tiene el color de la barra igual a los colores que sean venido manejando anteriormente.

GRAFICA 26. HORAS TRABAJADAS MENSUALMENTE



GRAFICA 27. HORAS TRABAJADAS ANUALMENTE

Muestra una grafica de barras por año, de las horas trabajadas de cada equipo.



Las páginas que contienen las acciones de mantenimiento, todas tienen el mismo formato, y son las de etiqueta turquesa: *MP 50H, MP 100H, MP 250H, MP 500H, MP 1000H, MP 2000H Y MTTO.*

GRAFICA 28. ACCIONES DE MTTO

	A	B	C	D	E	F	G
1	 <p style="text-align: center;">PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A LAS 50 HORAS MP 50H RETROEXCAVADORA</p>						
2	<p style="text-align: center;">LAS SIGUIENTE ACCIONES DE MANTENIMIENTO LAS VAMOS A DISTRIBUIR ATRAVEZ DE LOS DIFERENTES SISTEMAS DE LAS MAQUINAS.</p>						
3	SISTEMA HIDRAULICO		<p>CILINDROS Y MANGUERAS: Lubricar con fitting (graceras) de los pasadores y las articulacions de brazos.</p>				
4	SISTEMA DE ADMICION Y ESCAPE		<p>TURBO ALIMENTADOR: Limpiar filtor de aire.</p>				
5			<p>TUBERIAS DE ADMICION Y ESCAPE: Revisar y ajustar abrazaderas.</p>				
6	SISTEMA ELECTRICO		<p>BATERIA: Limpiar superficie y los bornes. Mantener los bornescon geltina de petroleo. Suministrar agua desmineralizada. Apretar sujetador de bateria.</p>				
7	SISTEMA DE RODAJE		<p>CADENAS Y SPROKER: Lubricar rodamientos del sproker.</p>				
8	<p>LIMPIAR SUPERFICIE Y VERIFICAR CALIBRACION DE LOS ELEMENTOS INDICADORES DE TODOS LO SISTEMAS</p>						

Las páginas que contienen las hojas de vida de los equipos, todas tienen el mismo formato, y son las de etiqueta verde:

GRAFICA 29. TARJETA MAESTRA DE EQUIPOS

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1		TARJETA MAESTRA DE MAQUINARIA									VERSION:
2											
3											
4											
5											
6	GENERALIDADES DE LA MAQUINA										
7											
8	NOMBRE DE LA MAQUINA :						CODIGO DEL EQUIPO				
9	FECHA DE INGRESO A SERV										
10	CATALOGO :			SI		NO					
11	CODIGO CATALOGO :										
12	UBICACIÓN DEL CATALOGO										
13											
14	CARACTERISTICAS TECHICAS DE LA MAQUINA										
15											
16	MARCA :				MODELO :			SERIE :			
17											
18											
19	CARACTERISTICAS TECHICAS DEL MOTOR										
20											
21	MARCA DEL MOTOR						TIPO DE MOTOR :				
22											
23	POTENCIA			SERIAL :				TIPO DE COMBUSTIE			
24											
25											
26	IIINFORMACION VARIA										
27											
28	COLOR :			ROYEEDOR				FACTURA No :			
29											
30											
31	REPUESTOS E IIISUMOS										
32											
33	REF. FILTRO ACEITE DEL M						REF. FILTRO DEL HIDRAULICO :				
34											
35	REF. FILTRO A.C.P.M (PRIM						REF. FILTRO A.C.P.M (SEGUNDARIO) :				
36											
37	TIPO DE ACEITE DE MOTOR						TIPO DE ACEITE DEL HIDRAULICO				
38											
39	REF. FILTRO DE AIRE :						REF. FILTRO SEPARADOR DE AGUA :				
40											
41	REF. CORREA DEL VENTILA						N° Y VOLTAJE DE BATERIAS :				
42											
43											

8. SUGERENCIAS PARA DETERMINAR LAS FRECUENCIAS ÓPTIMAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Lo mas efectivo para determinar las frecuencias optimas de mantenimiento preventivo en la industria, es diseñar un programa ideal de mantenimiento que sea basado en las confiabilidades de los equipos, estos programas son únicos para cada planta o equipo, y se construyen basándose en la información de los fabricantes, históricos de mantenimiento y en el mantenimiento día a día, a continuación mostraremos una forma muy práctica para determinar estas frecuencias.

En esta parte veremos como se diseña un plan de mantenimiento preventivo y citaremos algunos puntos importantes que hay que tener en cuenta a la hora de hacer un plan de mantenimiento.

- 1) Establecer la planta o sistema al cual se le va a diseñar el plan de mantenimiento, realizando un inventario de equipos y codificándolos dependiendo su función.
- 2) Hacer un análisis a cada equipo previamente identificado.
- 3) Identificar los modos de fallas dominantes y las características de las fallas, para cada equipo.
- 4) Identificar los efectos y las categorías de las fallas.
- 5) Evaluar la criticidad con cero mantenimientos.

INVENTARIO DE EQUIPOS.

Como dividir y codificar los equipos.

El primer pasó para la elaboración del programa de mantenimiento será inventariar y recopilar información de todos los equipos e identificar su ubicación física, por las diferentes instalaciones y unidades de la empresa.

Una vez inventariados los equipos, se procede a agruparlos por secciones, codificarlos y clasificarlos. Por ejemplo: sección de entrada, sección de tratamiento y sección de salida esto para una planta de tratamiento de agua.

Cada equipo es codificado mediante un código alfanumérico. Si existieran dos máquinas iguales que operen en una determinada sección por ejemplo, dos bombas centrifugas de reabastecimiento, entonces las unidades quedarán codificadas como B1 y B2, respectivamente.

La codificación de los equipos se puede hacer mediante los siguientes pasos:

- a) Enumerar las plantas, instalaciones o sistemas, a los cuales se le va a hacer la codificación.
- b) Asignar una nomenclatura a las plantas, instalaciones o sistemas.
- c) Asignar una nomenclatura para la identificación de equipos.
- d) Asignar una nomenclatura para la identificación de fluidos o sustancias que contienen o transportan.
- e) Asignar una nomenclatura para la identificación de instrumentos.

Ejemplo.

PS – P – 1 – st

PS: Código de la planta.

P: Código del equipo en este caso (pump- bomba)

1: Cantidad de equipos iguales.

St: Se pone cuando un equipo es stand-bay.

EL ANÁLISIS DE LOS EQUIPOS.

Con la información recopilada sobre cada equipo, se elabora la ficha llamada "Registro del equipo", un formato que identifica al equipo y contiene las características y datos más importantes, tales como los siguientes: código del equipo, sección, fecha de adquisición e instalación, capacidad, fabricante, modelo, número de serie, características técnicas, partes principales, criticidad, etcétera. La cantidad de estas fichas dependerá de la cantidad de equipos que existan en la planta.

Después nos disponemos a analizar los equipos, en esta parte debemos tener en cuenta el historial de mantenimiento de todos los equipos y evaluar cuales son los equipos malhechores de nuestra planta o sistema en análisis, estos equipos los vamos a catalogar como los mas críticos, ya que son los equipos con mayor frecuencia de fallas, los que mas necesitan mantenimiento y los que mas consumen recursos de las empresas.

IDENTIFICAR LOS MODOS DE FALLAS DOMINANTES.

Modos Dominantes de Falla:

- Modo de falla si no se efectúa mantenimiento (razón de ser de la tarea de mantenimiento).
- Modos de falla encontrados en equipos similares.
- Dependencia del diseño y las condiciones de operación.
- Modos de falla todavía no experimentados pero que se consideran creíbles y con la suficiente probabilidad de ocurrencia.

Las características de las fallas dependen de cada equipo. Ejemplo: falla de rodamiento, taponamiento en línea de impulso, perdida por tubos, etc.

IDENTIFICAR LOS EFECTOS Y LAS CATEGORIAS DE LAS FALLAS.

Por lo general todas las fallas causan efectos y estos tienen unas categorías, los efectos pueden ser de tipo; económico, salud, seguridad, medio ambiente o reputación. Pero las categorías las podemos dividir en tres clases:

No revelada: Es una falla con bajos efectos.

Revelada: Una falla con efectos medios que se hace conocer en el medio.

Mandataria: Una falla con efectos graves, que se hace conocer y además da pie para que las empresas analicen los motivos de la falla y como evitarla.

Mas adelante mostraremos como identificar estos efectos.

EVALUAR LA CRITICIDAD CON CERO MANTENIMIENTOS.

Esto se hace con el propósito de evaluar el costo beneficio, existen indicadores que hay que evaluar y estos son los que realmente le importan a las empresas, así que esta es una parte muy importante, porque aquí mostraremos la efectividad de nuestro plan, y nuestro plan es efectivo cuando: Aumenta la confiabilidad e nuestros equipos, Se reducen las consecuencias de las fallas y cuando se reduce el riesgo de nuestras múltiples fallas.

Uno de los indicadores más importantes es:

Índice de la eficiencia del mantenimiento (MEI)

Tiempo medio entre fallas (ETBF)

Tiempo estimado entre consecuencias (ETBC)

Todo este análisis se puede hacer por medio de las matrices que podemos observar en la **(tabla 11)**.

Tabla 11. MATRIZ DE FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTO

MATRIZ DE FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTO						
REQUERIMIENTOS DE CONFIABILIDAD EN EQUIPOS	ALTA	B	A	E	I	I
	MEDIO	B	M	A	E	I
	BAJA	N	B	M	A	E
	INSIGNIFICANTE	N	N	B	M	A
		INSIGNIFICANTE	BAJA	MEDIA	ALTA	EXTREMA
CONSECUENCIAS DE LAS FALLAS						

En esta matriz podemos identificar la criticidad de los equipos, dependiendo de los requerimientos de confiabilidad y las consecuencias de las fallas de estos.

N: Riesgo insignificante, no inspeccionar solo revisar.

B: Riesgo bajo.

M: Riesgo medio, adoptar plan de inspección.

A: Riesgo alto.

E: Riesgo extremo situación crítica, adoptar análisis en detalle.

I: Riesgo intolerable, rectificar.

9. IMPACTO EN LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO DE “INLINE MAINTENANCE V.1”

El impacto en los costos de mantenimiento se sustenta en estudios estadísticos y en los criterios de diseño (vida útil). Este tipo de mantenimiento reduce hasta en un 30% los costos de mantenimiento. Esta filosofía de mantenimiento está basada en el conocimiento de que las maquinas se desgastan con el tiempo, y con dicho conocimiento requerido en los equipos.

La insuficiencia o el exceso de Mantenimiento de **“INLINE MAINTENANCE** “aplicado a los equipos tendrá consecuencias negativas que afectaran tanto la disponibilidad de los mismos como a la confiabilidad en la operación, por lo anterior es de vital importancia determinar la frecuencia optima de Mantenimiento a los equipos y evitar caer en un submantenimiento o en un sobremantenimiento que en ambos casos reflejan altos costos y baja disponibilidad. En el caso de caer en submantenimiento se obtiene un bajo costo de Mantenimiento Preventivo pero un alto costo de Mantenimiento Correctivo, lo que produce perdidas productivas por baja disponibilidad a causa de fallas en el equipo y así mismo incurre en un alto costo por consumo e inventario de refacciones.

En el otro caso un sobremantenimiento produce un alto costo de Mantenimiento Preventivo y un bajo costo de Mantenimiento Correctivo de esta manera se obtienen pérdidas productivas por baja disponibilidad debido al exceso de paros programados de mantenimiento al equipo.

Cuantificar una suma de dinero especifica seria demasiado ambicioso, lo cual no indica que no podamos determinar un porcentaje presupuestado en el ahorro de costos gracias a la implementación de dicho plan de mantenimiento, como ya es

de saber por el usuario "inline maintenance" optimiza los procesos ya existentes, eliminando así los procesos de lastre, además disminuyendo la excesiva utilización en las cantidades de insumos y previendo las posibles fallas y consecuencias para una mejor toma de decisiones, por lo que el mejoramiento de dichos procesos aumentaría la eficiencia de los mismos en un porcentaje del 20% al 30% en comparación con los ya existentes .

Como demostrar que realmente existe un ahorro de dinero significativo al implementar "**INLINE MANTEINANCE V1.0**", lo mostraremos a continuación con un sencillo ejemplo:

La empresa "**Construimos Ltda.**" Cuenta con un número de 100 retroexcavadoras en su planta, Las cuales no cuentan con un plan estructurado de mantenimiento por lo cual las actividades preventivas se hacen en forma indistinta en los equipos mensualmente ,(1 actividad por equipo mensual) lo que nos da como resultado 100 actividades preventivas mensuales, si el costo promedio individual de cada actividad es de \$ 1.000 y el numero de hrs. invertidas por dicha actividad individualmente es de 2 hrs. , lo cual nos da como resultado que el gasto en mantenimiento mensual por actividades preventivas es de \$100.000 y el numero de hrs. empleadas es de 200 hrs. (5 días aprox.), al no determinar la frecuencia optima de mantenimiento no se evaluó el grado de carga cíclica del equipo y si era necesario su intervención ,por lo cual realizando una evaluación adecuada con "**INLINE MANTEINANCE V1.0**", La empresa "**Construimos Ltda.**" Posiblemente solo tendría que haber invertido \$60.00 y por ende solo 120 hrs. en dichas actividades ya que habría determinado el estado real del equipo y que sistemas tenían que ser intervenidos, reduciendo los costos por insumos y tiempo empleado para la realización de la actividad.

CONCLUSIONES

“inline maintenance” es la consolidación y el fortalecimiento de conceptos tanto teóricos como prácticos que se integraron con un solo objetivo, aumentar la disponibilidad de las maquinas, minimizar las fallas catastróficas, tener un control adecuado de la maquinaria en análisis.

el resultado de todo este proceso fue lograr de una forma mas eficaz, rápida y confiable, la obtención, análisis y organización de todos los datos suministrados por la maquinas en el aspecto particular del mantenimiento preventivo y centrado en confiabilidad.

¿En que se materializo el resultado?

Se materializo en “inline maintenance v1.0”, un software que integra todos los requerimientos para gestionar un buen mantenimiento tanto preventivo como correctivo, evaluando el estado de la maquinaria en cada uno de sus sistemas.

BIBLIOGRAFÍA

CATERPILLAR COMERCIAL, Operation and maintenance manual diesel engine 2006.

GECOLSA – CAT, Catalogo de piezas 2006 - 2007.

M J NEALE, Lubrication and realiabilityti.

HIGGINS Lindley R, Maintenance engineering, sixth edition.

ING. PRANDO Raúl, Manual de gestión de mantenimiento a la medida.

OREDA OFFSHORE RELIABILYTI, Four edition 2002.

MEMORIAS MINOR MANTENIMIENTO INDUSTRIAL 2007

ALTMANN Carolina, Análisis aceite como herramienta de mantenimiento preventivo en flotas de maquinaria pesada.

ACIEM, Buenas prácticas de mantenimiento a través de la lubricación, soporte técnico de lubricantes. Bogota. ACIEM Agosto 2005.

ASM Handbook, Friction, Lubrication, and Wear Technology.

ANEXOS

CLASIFICACION DE LA NORMATIVA

SAE - MOTORES Y TRANSMISIONES.

API – MOTORES A GASOLINA, DIESEL, ENGRANAJES AUTOMOTRICES.

ISO – INDUSTRIALES.

AGMA – ENGRANAJES CERRADOS Y ABIERTOS.

NLGI – GRASAS.

Anexo 2

Clasificación de Viscosidad S.A.E.

Aceites de Motor

Grado de viscosidad SAE	Viscosidad (cP °C) max.	Temperatura de bombeo °C max. a 6000 CP	Viscosidad (cSt 100 °C) min.	Viscosidad (cSt 100 °C) max.	Viscosidad a alto corte 150 °C
0 W	3250 a -30	-40	3.8	–	–
5 W	3500 a -25	-35	3.8	–	–
10 W	3500 a -20	-30	4.1	–	–
15 W	3500 a -15	-25	5.6	–	–
20 W	4500 a -10	-20	5.6	–	–
25 W	6000 a -5	-15	9.3	–	–
20	–	–	5.6	<9.3	2.6
30	–	–	9.3	<12.5	2.9
40	–	–	12.5	<16.3	2.9 (0W-40, 5W-40 y 10W-40)
40	–	–	12.5	<16.3	3.7 (15W-40, 20W-40, 25W-40,40)
50	–	–	16.3	<21.9	3.7
60	–	–	21.9	<26.1	37

* Society of Automotive Engineers

clas-030

Anexo 3

Clasificación de Viscosidad S.A.E. *

Aceites para Transmisiones y Ejes

Grado de Viscosidad SAE	Máy. Temp. Viscosidad 150.000 cP	Viscosidad cSt @ 100 °C min.	Viscosidad cSt @ 100 °C max.
70 W	-55	4.1	—
75 W	-40	4.1	—
80 W	-26	7	—
85 W	-12	11	—
90	—	13.5	24
140	—	24	41
250	—	41	—

* Society of Automotive Engineers

clas-040

AUTORIZACIÓN

Cartagena de Indias D.T Y C. junio de 2009

Yo John Alexander Berrio Garcia, identificado con la cedula de ciudadanía Numero 73.205.752 de Cartagena (Bolívar), autorizo a la Universidad Tecnológica de Bolívar para hacer uso de mi trabajo de grado y publicarlo en el catalogo online de la biblioteca.

John Alexander Berrio Garcia
C.C # 73.205.752 de Cartagena

