



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA
TRACTORES SOBRE ORUGAS CATERPILLAR,
EN SIGMA CONSTRUCTORES, S.A.**

Marco Tulio Orellana Pimentel

Asesorado por el: Ing. Carlos Anibal Chicojay Coloma

Guatemala, enero de 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA
TRACTORES SOBRE ORUGAS CATERPILLAR,
EN SIGMA CONSTRUCTORES, S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

MARCO TULIO ORELLANA PIMENTEL

ASESORADO POR EL: ING. CARLOS ANIBAL CHICOJAY COLOMA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, ENERO DE 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE LA JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Angel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Milton De León Bran
VOCAL V	Br. Isaac Sultán Mejía
SECRETARIA	Inga. Maria Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Julio Cesar Campos Paiz
EXAMINADOR	Ing. Carlos Anibal Chicojay Coloma
EXAMINADOR	Ing. Carlos Humberto Figueroa Vásquez
SECRETARIA	Inga. Maria Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración el trabajo de graduación titulado:

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA
TRACTORES SOBRE ORUGAS CATERPILLAR,
EN SIGMA CONSTRUCTORES, S.A.,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, en marzo de 2006.

MARCO TULIO ORELLANA PIMENTEL

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	VII
RESUMEN	IX
OBJETIVOS	XI
INTRODUCCIÓN	XIII
1. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA	1
1.1. Antecedentes de operación de sigma constructores	2
1.2. Organigrama de funcionamiento de taller del proyecto de Jalapa	3
1.3. Funcionamiento actual del taller de proyecto de Jalapa	4
1.4. Programación del mantenimiento actual en la empresa	4
1.5. Definición de mantenimiento	5
1.6. Tipos de mantenimiento	7
1.6.1. Mantenimiento predictivo	7
1.6.2. Mantenimiento preventivo	7
1.6.3. Mantenimiento correctivo	9
1.7. Reconstrucción general del equipo	9
2. TRACTORES SOBRE ORUGAS	11
2.1. Horómetros	14
2.2. Orugas	16
2.2.1. Aplicación de tractor sobre orugas	16
2.3. Operaciones realizadas por bulldozer	23
2.3.1. Mover cargas	23
2.3.2. Desmontaje o despeje	23
2.3.3. Desgarramiento	23
2.3.4. Servicios de mantenimiento	24

2.4. Diagnóstico de mantenimiento de los tractores sobre orugas	
Caterpillar.	24
2.4.1. Costo de propiedad	24
2.4.2. Depreciación	25
2.4.3. Vida económica útil	25
2.4.4. Costo de operación	26
2.4.5. Historial de la maquinaria	27
2.4.6. Actualización de horómetros	28
2.4.7. Análisis comparativo de consumo de combustible real	42
2.4.8. Análisis de piezas que sufren más desgaste	46
2.4.8.1. Sistemas de lubricación en motores de combustión interna (CI)	46
2.4.8.2. El aceite de motor provee protección de dos maneras distintas	47
2.4.9. Refrigeración del motor	48
2.4.9.1. Sistemas de refrigeración	49
2.4.9.2. El termostato	49
2.4.9.3. Protección contra el frío	50
2.4.9.4. Aditivos para combatir la corrosión	50
2.4.9.5. Los refrigerantes tradicionales	51
2.4.9.6. Corrosión electrolítica	52
2.4.9.7. La protección tradicional	52
2.4.9.8. La protección nueva	53
2.4.9.9. La protección contra el picado (cavitación) de bombas y camisas	53
2.4.9.10. La vida útil de los aditivos	54
2.4.10. Análisis de lubricantes en laboratorio	55
2.4.11. Evaluación de tiempo en realización de servicios de mantenimiento	56

2.4.12.	Análisis de condiciones en las que opera la maquinaria	56
2.4.12.1.	Condiciones climáticas	56
2.4.12.2.	Fisiografía	56
2.4.12.3.	Hidrografía	57
3.	DISEÑO DE PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE TRACTORES SOBRE ORUGAS CATERPILLAR.	59
3.1.	Procedimientos de mantenimientos	59
3.1.1.	Programa de mantenimiento preventivo propuesto	59
3.1.1.1.	Cuando sea requerido	59
3.1.1.2.	Servicio de mantenimiento preventivo cada diez horas o antes de iniciadas las labores diarias.	60
3.1.1.3.	Servicio de mantenimiento preventivo cada 100 horas	61
3.1.1.4.	Servicio de mantenimiento preventivo cada 200 horas	62
3.1.1.5.	Servicio de mantenimiento preventivo cada 500 horas	62
3.1.1.6.	Servicio de mantenimiento preventivo cada 1,000 horas	64
3.1.1.7.	Servicio de mantenimiento preventivo cada 2,000 horas	64
	CONCLUSIONES	67
	RECOMENDACIONES	69
	BIBLIOGRAFÍA	71

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Organigrama de Funcionamiento de taller del proyecto de Jalapa.	3
2. Especificaciones de D6R series II	22

TABLAS

I.	Comparación de los tiempos de desplazamiento entre los vehículos de ruedas y los de orugas.	13
II.	Especificaciones de un tractor sobre orugas D6R.	17
III.	Actualización de horómetro del tractor sobre orugas, código M161029 del mes de julio	28
IV.	Actualización de horómetro del tractor sobre orugas, código M161029 del mes de agosto	29
V.	Actualización de horómetro del tractor sobre orugas, código M161029 del mes de septiembre	30
VI.	Actualización de horómetro del tractor sobre orugas, código M161033 del mes de julio	31
VII.	Actualización de horómetro del tractor sobre orugas, código M161033 del mes de agosto	32
VIII.	Actualización de horómetro del tractor sobre orugas, código M161033 del mes de septiembre	33
IX.	Actualización de horómetro del tractor sobre orugas, código M161043 del mes de julio	34
X.	Actualización de horómetro del tractor sobre orugas, código M161043 del mes de agosto	35
XI.	Actualización de horómetro del tractor sobre orugas, código M161046 del mes de septiembre	36

XII.	Actualización de horómetro del tractor sobre orugas, código M161046 del mes de julio	37
XIII.	Actualización de horómetro del tractor sobre orugas, código M161046 del mes de agosto	38
XIV.	Actualización de horómetro del tractor sobre orugas, código M161049 del mes de septiembre	39
XV.	Actualización de horómetro del tractor sobre orugas, código M161050 del mes de agosto	40
XVI.	Actualización de horómetro del tractor sobre orugas, código M161033 del mes de septiembre	41
XVII.	Actualización de horómetro de los tractores sobre orugas, códigos M161029, M161033, M161046 del mes de julio	42
XVIII.	Actualización de horómetro de los tractores sobre orugas, códigos M161029, M161033, M161046 del mes de agosto	43
XIX.	Actualización de horómetro de los tractores sobre orugas, códigos M161029, M161033, M161046 del mes de septiembre	44
XX.	Actualización de horómetro de los tractores sobre orugas, códigos M161046, M161049, M161050 del mes de julio	45
XXI.	Desventajas de los diferentes aditivos utilizados en los refrigerantes.	51
XXII.	Comparación de los diferentes tipos de aditivos	54

GLOSARIO

MANTENIMIENTO PREDICTIVO	Análisis de materiales por medio de pruebas y mediciones que indican desgastes, vibraciones y temperaturas fuera de rangos
METODOLOGÍA	Proceso y técnicas que se desarrollan en un programa o actividad.
PROCEDIMIENTO	Plan de establecer un método desde su inicio hasta su final.
TEMPERATURA	Grado de calor en los cuerpos, relacionados con la energía cinética de las moléculas de los mismos.

RESUMEN

Los ingenieros mecánicos, son los responsables en atender las necesidades que se presentan en la empresa, las cuales obtienen grandes beneficios económicos, debido a la producción en horas que la maquinaria pesada realiza de trabajo de construcción y mantenimiento vial, como la maquinaria está sujeta a grandes esfuerzos mecánicos se deben emplear estrategias que permitan disminuir y tomar decisiones, para evitar cualquier desgaste mecánico que nos produzca un paro, esto por no optimizar los recursos de mantenimiento.

La productividad es un objetivo de la persona encargada de mantenimiento y es su responsabilidad garantizar la disponibilidad de la maquinaria, acordes a las metas de producción y calidad de la empresa.

Por esta razón, se elabora este diseño de programa de mantenimiento preventivo de tractores sobre orugas Caterpillar, en Sigma Constructores, S.A., en donde se mencionan las principales actividades en taller y oficina, el cual se debe tomar en cuenta para alargar la vida útil de las máquinas.

OBJETIVOS

✓ GENERAL

Desarrollar un programa de mantenimiento preventivo para los tractores sobre orugas Caterpillar, para el incremento de la productividad, calidad y la disminución costos de mantenimiento

✓ ESPECÍFICOS

1. Desarrollar un programa de mantenimiento preventivo, capaz de reducir al mínimo los fallos de las máquinas.
2. Diseñar un plan de mantenimiento correctivo que minimice el paro dada la falla de las máquinas.
3. Crear formatos de órdenes de trabajo de fácil comprensión por los empleados del departamento y que además se obtengan datos de importancia para la retroalimentación del servicio hecho.
4. Determinar de manera eficiente el desgaste de piezas de la máquina producto de horas de trabajo.
5. Prever pérdida de energía, generación de calor y mal funcionamiento producida por fuerzas opuestas al movimiento relativo de la máquina, en ejercicio de fuerzas de fricción.
6. Tomar en cuenta actividades de importancia para el mantenimiento como: refrigerantes, lubricantes, aceites, agua, aditivos, con el objeto de alargar la vida útil de la máquina.

INTRODUCCIÓN

Sigma Constructores tiene como actividad principal la construcción, ejecuta proyectos de infraestructura vial, lo cual los coloca como una de las empresas más importantes en Guatemala. Cuenta con una gama de maquinaria pesada, la cual es sometida a una cantidad de actividades, tales como la construcción y el mantenimiento vial.

El programa de mantenimiento predictivo para tractores sobre orugas Caterpillar, comprende el análisis de este tipo de máquinas, en donde se emplea los procesos de los modelos de dichas máquinas, su funcionamiento, manejo y control de sus horas de trabajo, con el objetivo de establecer el mantenimiento preventivo y correctivo. El propósito de realizar estos tipos de mantenimientos es evitar pérdidas económicas innecesarias por paros.

Por lo tanto, se desarrollará un plan de mantenimiento, en el cual se lleven formatos, calendarios, órdenes de trabajo correctivo, preventivo, predictivo y gráficas, las cuales servirán de apoyo en la toma de decisiones, mejoramiento y control de la maquinaria.

1. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

Sigma constructores da la oportunidad a los estudiantes de ingeniería para que apliquen los conocimientos recibidos en las aulas, por lo que en el este capítulo se establecerá cuál es el diagnóstico de esta:

Sigma constructores es una organización fundada el 18 de diciembre del año 1980. Su orientación principal es hacia la industria de la construcción. Desde su fundación, la organización ha participado en la construcción de proyectos de ingeniería en todos sus aspectos, siendo sus principales características, el cumplimiento con los requerimientos del cliente, dentro del plazo establecido de costos y entrega. Estas características le han permitido a la organización alcanzar una diferenciación que la mantiene a la vanguardia en la industria de la construcción en Guatemala.

Desde sus inicios, la organización ha mostrado una tendencia positiva hacia el crecimiento diversificándose en las diferentes ramas de la industria de la ingeniería, la disposición a atender la demanda y necesidades del mercado, le han permitido a la organización establecer estrategias que le han ganado el liderazgo en el mercado, prestigio y reconocimiento además la organización se ha caracterizado por un amplio interés en la utilización de la tecnología más moderna, tanto en el ámbito técnico como administrativo.

El trabajo con equipos de colaboradores nacionales e internacionales de alto rendimiento ha sido otra de las características que han servido para que la organización alcance ventaja competitiva nacional e internacional.

La organización está estructurada en un Consejo de Accionistas, un Consejo de Administración, una Gerencia General y un Comité de Calidad Gerencial integrados por diferentes Gerentes de Especialidades y Proyectos.

1.1. Antecedentes de Operación de Sigma Constructores

Para realizar sus actividades, la organización ha adoptado un esquema de organización matricial, el cual le permite hacer mejor uso de los recursos y capacidades de especialización de sus colaboradores en beneficio, tanto para los clientes como para la organización.

Según el esquema de organización matricial, las Gerencias de Proyecto son las encargadas de definir el qué y cuándo de las actividades a realizar de acuerdo a los requerimientos de los clientes. Mientras que las Gerencias de Especialidad: Técnica, Administrativa y Financiera, Maquinaria, Plantas y Pavimentos, Movimientos de Tierras, compras y suministros y del Sistema de Gestión de Calidad, se encargan de definir el cómo y con qué para la ejecución de las actividades.

VISIÓN

“Ser una unidad eficiente con entrega de trabajos de alta calidad a tiempo justo, a un costo razonable para cumplir con las expectativas de nuestros usuarios.”

MISIÓN

“Somos una unidad de servicios formado por un equipo de trabajo responsable y disciplinado, integrado por personal especializado que vela por el buen funcionamiento y uso del equipo mecánico de la empresa contando con la infraestructura y herramientas modernas, formulando y evaluando las estrategias a seguir, para disminuir el tiempo de paro y

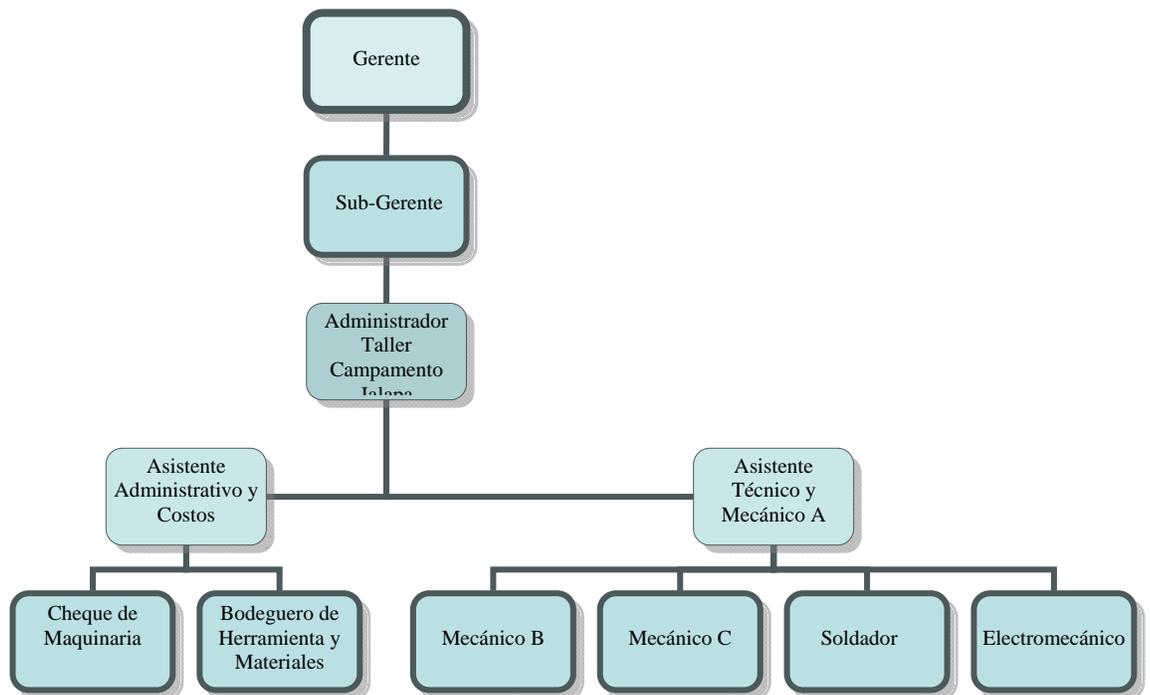
costos en las reparaciones, para que la empresa disponga de éste recurso en el momento oportuno, logrando así mayor rentabilidad.”

COMPROMISO:

“Apoyar a la ejecución planeada de los proyectos de manera ordenada y sistemática, segura y calidad prestando los servicios de nuestra especialidad en una forma oportuna y eficiente donde la empresa lo requiera, adoptando el compromiso firme de actuar, con el fin de implementar el sistema de Gestión de Calidad dentro de la organización.”

1.2. Organigrama de funcionamiento de taller del proyecto de Jalapa

El personal del Taller del Proyecto de Jalapa esta estructurado de la siguiente forma:



1.3. Funcionamiento actual del taller de proyecto de Jalapa

Es el responsable de la planeación, coordinación de la ejecución del mantenimiento preventivo, predictivo y reconstrucción, localización, distribución y resguardo de la maquinaria, vehículos y equipo de la empresa, es también responsable de la coordinación de las actividades de mantenimiento que realizan los ingenieros en cada uno de los talleres de los campamentos, jefe de obra y jefes de frente de departamento. Hacer seguimiento al cumplimiento de los programas de mantenimiento, así como dar seguimiento al suministro de repuestos e insumos de acuerdo a los requerimientos.

1.4. Programación del mantenimiento actual en la empresa.

El intervalo normal de cambio de aceite estimado por el fabricante es cada 500 horas de servicio o tres meses, pero se debe reemplazar el aceite cada 250 horas de servicio después de un mes si el motor opera bajo condiciones severas o si el aceite que usa no es aceite recomendado por el fabricante. Las condiciones severas incluyen los siguientes factores:

- ✓ Altas temperaturas
- ✓ Cargas altas y continuas
- ✓ Condiciones extremas polvorientas

En la empresa Sigma Constructores se toma muy en cuenta las condiciones en las que operan los tractores sobre orugas Caterpillar, para realizar los diferentes mantenimientos.

1.5. Definición de mantenimiento

El mantenimiento es una actividad íntimamente ligada al buen funcionamiento de cualquier tipo de máquinas y equipo. La razón de existir el mantenimiento es hacer que los equipos cumplan con las funciones para lo que fueron creados y además extenderles su vida útil y colaborar con la economía de la empresa.

El mantenimiento no es un costo, es una inversión. Un concepto fundamental que se requiere para un mantenimiento apropiado en una institución, es el de la necesidad del trabajo en equipo y el de la concurrencia de una serie de factores que son vitales para el éxito de esta actividad.

El problema del mantenimiento es bastante complejo, pues actualmente no todas las empresas manejan un concepto definido de este. Para entender el agudo problema de mantenimiento es necesario conocer una definición más general de cómo se maneja un departamento de mantenimiento.

El departamento de mantenimiento de cualquier empresa debe realizar actividades relacionadas con el funcionamiento, conservación y reparaciones de los edificios y áreas adyacentes, instalaciones, equipos diversos y maquinaria, que en conjunto constituye dicha empresa.

Los deberes de un departamento de mantenimiento son los siguientes:

- ✓ Proveer los servicios básicos para la buena marcha de las operaciones de la empresa y velar simultáneamente por la continuidad de estos servicios

- ✓ La correcta aplicación de un programa de mantenimiento preventivo para el equipo e instalaciones, a fin de combatir el deterioro y la destrucción prematura. Los aspectos que se toman en cuenta para estos son: acudir a los manuales, ya que allí se encuentra toda la información y reducir los gastos de reparación a un mínimo, prolongando así la vida útil de los mismos.

- ✓ Prestar servicios de mantenimiento de emergencia cuando así se requiera en interrupciones accidentales de funcionamiento.

Desarrollar un programa de mantenimiento de la manera correcta, el objetivo más importante, es llegar a establecer el historial de la maquinaria, ya que en una empresa que cuente con esta información, le facilitará al gerente de mantenimiento para tomar decisiones en función de la propia experiencia de los equipos. Por ejemplo: un equipo que ha fallado en varias oportunidades, al ver su propia historia nos darnos cuenta que hemos gastado más de lo que nos puede costar comprar un equipo nuevo; por lo tanto, el gerente de maquinaria tendrá herramientas necesarias para convencer al gerente de operaciones de reemplazar el equipo lo más pronto posible

1.6. Tipos de mantenimiento

- ✓ Mantenimiento Predictivo
- ✓ Mantenimiento Preventivo
- ✓ Mantenimiento Correctivo

1.6.1. Mantenimiento predictivo

Trabajos e inspecciones incluidas en los manuales de la maquinaria, trabajos resultantes de inspecciones periódicas; todo trabajo solicitado por mantenimiento considerado mantenimiento preventivo por planeación y programación.

La aplicación de un programa de mantenimiento preventivo para el equipo e instalaciones tiene como finalidad combatir el deterioro y la destrucción prematura. Los aspectos que se toman para este son: Acudir a los manuales, ya que allí se encuentra toda la información y reducir los gastos de reparación a un mínimo, prologando así la vida útil de lo mismos.

1.6.2. Mantenimiento preventivo

Todo trabajo hecho sobre algún equipo que, por no seguir las indicaciones del fabricante, hay que cambiar o reparar la pieza y muchas veces tener que parar la maquinaria en momentos que se necesita que todo el equipo este trabajando al 100%.

El encargado de mantenimiento que quiera hacer un programa de mantenimiento preventivo deberá tomar en consideración los siguientes factores de tipo general.

- ✓ Conocer y analizar objetivos básicos de la empresa para definir y encauzar el objetivo del mantenimiento.
- ✓ Conocer a fondo la maquinaria y tener conocimiento de las necesidades, planes, períodos y ritmos de operación de las mismas.
- ✓ Estudiar y tomar en cuenta la capacidad y habilidades de los operarios y personal de mantenimiento.
- ✓ Establecer programas de adiestramiento
- ✓ Estudiar los diferentes planes de mantenimientos aplicables a cada máquina en particular.
- ✓ Establecer controles necesarios para que el plan o planes prefijados se cumplan.

Además de esto, existen algunos criterios que hay que tomar en cuenta tales como: costos, habrá que hacer estudios comparativos en lo que tendrá que invertirse para implantar un programa de mantenimiento preventivo y los gastos de un mantenimiento correctivo. Deberá tomarse en cuenta la reducción de costos y las mejoras en los rendimientos del equipo con el programa de mantenimiento preventivo.

El porcentaje de utilización de la maquinaria a la que se le da mantenimiento: a veces es más ventajoso usar una pieza de la máquina hasta que se rompa, que hacer un paro en el equipo durante un programa de trabajo muy cargado. Esto es algo difícil

de aceptar por el personal de mantenimiento, pero es importante incluirlo en las consideraciones de un programa preventivo siempre y cuando no represente riesgo alguno en la seguridad del personal y de la máquina misma. Este criterio se justifica siempre y cuando la demanda de la máquina sea grande y que de su funcionamiento dependa en gran parte el cumplimiento en los contratos de la empresa, máxime si el factor económico se ve afectado por penalizaciones por atrasos en entregas de proyectos.

1.6.3. Mantenimiento correctivo

Se presenta cuando una falla aparece, ocasionando un paro en la maquinaria y se hace necesario repararla. La avería se presenta y a partir de ese momento se planifican actividades: materiales, repuestos, mano de obra disponible, etc. Para su reparación. Es conocido también como reparación de averías.

1.7. Reconstrucción general de equipo

Se debe de realizar al momento de determinar que para dicho equipo ya es necesaria la reparación general, tomando en cuenta las horas de uso y en de acuerdo a que en el manual del fabricante este estimado que a esa cantidad de horas de uso sea apropiada realizar una reconstrucción general.

La reconstrucción general esta basada en evaluación de costo beneficio, autorizado por Gerencia General.

2. TRACTORES SOBRE ORUGAS

Estos tractores comprenden varios modelos, para el presente estudio se cuenta con los siguientes: D6, D8 y D9 de la marca Caterpillar, los tractores sobre orugas se utilizan para movimiento de tierras en distancias cortas, desafiando el terreno, estos tractores son ideales para trabajar en cuevas muy empinadas.

Este tipo de máquinas funcionan de una forma muy parecida a los automóviles con cambio de velocidades. La potencia se obtiene de un motor de gasolina o diesel.

El término bulldozer puede usarse en un sentido amplio para incluir tanto a los bulldozer como los angledozer. Estas máquinas pueden dividirse además basándose en el método de levantar y bajar la cuchilla, como controlado por cables o hidráulicamente. Cada tipo de equipo tiene su lugar en la construcción, aunque actualmente ya se discontinuó el uso de equipos controlados por cables.

Los bulldozers son máquinas versátiles en muchos proyectos de construcción, en donde pueden utilizarse desde el principio hasta el fin de la operación.

La operación regular de movimiento de tierras es prácticamente un conjunto de movimientos rectos de avance y retroceso. Cuando el tractor se mueve hacia delante, su hoja frontal se encaja en el terreno cortándolo, para obtener su carga. El tractor debe recorrer algunos metros para obtener su carga completa. Por ejemplo una hoja típica de corte de unos 15 cm.,

recorrerá más de 12 metros hacia delante para obtener su carga completa. Esta carga será como una cuña móvil de tierra, empujada delante de la hoja.

Los bulldozers se montan con las cuchillas en forma perpendicular a la dirección de avance, mientras que los angledozer se montan con las cuchillas formando un ángulo con la dirección de avance. Los primeros empujan la tierra hacia delante mientras que los segundos lo hacen hacia delante y hacia los costados. Algunas cuchillas pueden ajustarse de tal forma que sirvan de bulldozer como de angledozer. El tamaño de la máquina está indicado por la longitud y altura de la cuchilla. Pueden instalarse placas en los extremos de las cuchillas para reducir el derramamiento cuando se utiliza para mover tierra.

Presenta algunos beneficios con relación al montado sobre ruedas tales como; entrega mayor esfuerzo de tracción, especialmente al estar operando en un terreno suave como por ejemplo un suelo suelto o lodoso, habilidad para viajar sobre superficies lodosas, habilidad para operar en formaciones rocosas en donde pueden dañarse seriamente las llantas, habilidad para viajar sobre caminos ásperos, lo cual disminuye los costos de mantenimiento de caminos de acarreo; mayor flotación debido a las menores presiones bajo las orugas: mayor versatilidad en el empleo en obra; trabajos en pendientes más inclinadas donde los de ruedas se volcarían fácilmente.

También presentan algunas características como las que se refieren a tiempos de desplazamiento según las condiciones de trabajo.

Tabla I: Comparación de los tiempos de desplazamiento entre los vehículos de ruedas y los de orugas.

Vehículo	Vacío v/s cargado	Terreno	Velocidad, metros / minuto		
			Mínima	Media	Máxima
Timberjack	Vacío	A campo traviesa	28	53	78
200 - 215		Carretera principal de corta o	50	105	172
		carretera principal de extracción			
Tractores de orugas	Vacíos	A campo traviesa	30	43	71
		Carretera principal de corta o	42	55	87
		carretera principal de extracción			
Timberjack	Cargado	A campo traviesa	26	48	76
		Carretera principal de corta o	45	75	137
		carretera principal de extracción			
Tractores de orugas	Cargados	A campo traviesa	32	47	66
		Carretera principal de corta o	38	52	75
		carretera principal de extracción			

En la anterior tabla, se puede observar que hay en los diferentes tipos de terrenos, tipos de maquinaria y las velocidades que estos pueden alcanzar dependiendo del terreno en el que se está trabajando; Principalmente, el tractor sobre orugas se utiliza en los inicios de la obra para el relleno del sector pantanoso donde se trabaja actualmente. Gracias a sus orugas, esta máquina puede ser utilizada en todo tipo de

terreno, exceptuando el pantanoso, por lo que solamente desplaza el material de relleno hasta este lugar para lograr firmeza del terreno donde posteriormente trabajaran el resto de las máquinas.

El material que era desplazado dentro del pantano. El relleno constaba de ripio, arena y otros materiales que aseguren compactación.

Además es utilizado en la construcción de los caminos que posteriormente se utilizaran para tránsito corriente de vehículos y maquinarias, como el arrastre de vehículos o maquinarias que quedan atascados en el sector.

Debe señalarse también la capacidad de cortar cerros, rompimiento rocas.

2.1. Horómetros

Los Horómetros registran el tiempo de operación de los vehículos o equipo energizado. Son instrumentos electromecánicos y tienen un contador de tiempo de cuarzo que asegura la exactitud (mejor que + 0.02 % sobre el rango completo).

Estos instrumentos pueden registrar hasta 99,999.9 horas e incluyen un reciclo a cero automático. Los Horómetros tienen un cuerpo totalmente sellado, a prueba de choque e intemperie hecho de plástico tratado.

Estos pequeños y ligeros instrumentos son de uso rudo y durable. Se usan en aplicaciones donde se cuenta con una fuente de alimentación de CD.

Aplicaciones:

Estos Horómetros pueden ser usados en cualquier motor donde el tiempo de operación necesita ser registrado. Todo lo que requiere es una fuente de energía de CD.

Características:

- ✓ Circuito electrónico de estado sólido
- ✓ Temporizador de cuarzo para mayor exactitud
- ✓ Operación tranquila y de permanente lubricación
- ✓ Cuerpo de plástico de alto impacto y a prueba de intemperie
- ✓ Sellado en contra de la humedad y polvo
- ✓ Indica tiempo de operación en horas y décimas
- ✓ No se requiere de batería para mantener el registro
- ✓ Protegido contra polaridad inversa.

Especificaciones:

- ✓ Entrada de energía 12 a 24 VCD
- ✓ Consumo de energía
Menor a 0.03 W a 12 VCD

Menor a 0.04 W a 24 VCD

- ✓ Exactitud ± 0.02 % sobre el rango completo
- ✓ Rango de temperatura -40 °F a 185 °F (-40 °C a + 85 °C).
- ✓ Carátula con números blancos en fondo negro.
- ✓ Escala de tiempo
 - 6 dígitos 99,999.9 horas
 - 5 dígitos 9,999.9 horas
- ✓ Peso 5 onzas (140 gramos)

2.2. Orugas

Los tractores oruga se usan para arrastrar o empujar cargas pesadas de tierra en terrenos difíciles. Estos tractores se mueven sobre pesados carriles metálicos, que forman un anillo alrededor de grandes ruedas dentadas. Las ruedas mueven las bandas metálicas y éstas distribuyen el peso sobre una superficie amplia.

Los tractores sobre orugas se adaptan bien a terrenos accidentados. Los tractores sobre orugas más ligeros se usan frecuentemente para el trabajo en las lomas escarpadas de colinas, donde tienen menos posibilidades de volcar que los tractores con ruedas.

2.2.1. Aplicación de tractor sobre orugas

El tractor de oruga es tal vez la máquina más básica y versátil en la industria de la construcción. Sirve para multitud de fines, tales como mover cargas de tierras empujándolas o

jalándolas, como unidad motriz para malacates y pequeñas torres elevadoras, y como para cuchillas de bulldozer, plumas laterales y cucharones de carga frontal.

Tabla II: Especificaciones de un tractor sobre orugas D6R.

D6R SERIES II	
D6R SERIES II ESPECIFICACIONES DETALLADAS	
Motor	
Modelo de motor	C9
Potencia en el volante	185 hp / 138 Kw.
Potencia máxima en el volante	210 hp / 157 Kw.
Potencia neta – Caterpillar	185 hp / 138 Kw.
Potencia neta - ISO 9249	185 hp / 138 Kw.
Potencia neta - SAE J1349	183 hp / 136 Kw.
Potencia neta - EEC 80/1269	185 hp / 138 Kw.
Potencia neta - DIN 70020	171 PS
Calibre	4.4 pulg. / 112 mm
Carrera	5.9 pulg. / 149 mm
Cilindrada	537 pulg ³ / 8.8 L
Fabricante del motor	Caterpillar
Aspiración	Turbocharged
Posenfriado	Yes
Rpm	2000
Reducción de potencia por la altitud	7500 pie / 2286 m
Pesos	
Peso en orden de trabajo	40400 lb / 18322 kg
Peso de envío	32426 lb / 14706 kg

Peso en orden de trabajo – XL	41252 lb / 18709 kg
Peso de envío – XL	33278 lb / 15092 kg
Peso en orden de trabajo – XW	43888 lb / 19904 kg
Peso de envío – XW	35374 lb / 16043 kg
Peso en orden de trabajo – LGP	45086 lb / 20447 kg
Peso de envío – LGP	37736 lb / 17114 kg
Hojas	
Tipo de hoja	SU, S, A, PAT
Capacidad de la hoja SU	7.34 yd ³ / 5.61 m ³
Ancho de la hoja SU	10.7 pie / 3260 mm
Capacidad de la hoja S	5.09 yd ³ / 3.89 m ³
Ancho de la hoja S	11.02 pie / 3360 mm
Capacidad de la hoja A	4.16 yd ³ / 3.18 m ³
Ancho de la hoja A	13.67 pie / 4166 mm
Capacidad de la hoja XL SU	7.34 yd ³ / 5.61 m ³
Ancho de la hoja XL SU	10.7 pie / 3260 mm
Capacidad de la hoja XL A	5.14 yd ³ / 3.93 m ³
Ancho de la hoja XL A	13.66 pie / 4165 mm
Capacidad de la hoja XL PAT	6.33 yd ³ / 4.84 m ³
Ancho de la hoja XL PAT	11.88 pie / 3620 mm
Capacidad de la hoja XW SU	7.43 yd ³ / 5.68 m ³
Ancho de la hoja XW SU	11.67 pie / 3556 mm
Capacidad de la hoja XW A	5.62 yd ³ / 4.3 m ³
Capacidad de la hoja XW A	13.78 pie / 4200 mm
Capacidad de la hoja XW PAT	6.65 yd ³ / 5.08 m ³
Ancho de la hoja XW PAT	12.45 pie / 3794 mm
Capacidad de la hoja LGP S	4.84 yd ³ / 3.7 m ³
Ancho de la hoja LGP S	13.09 pie / 3990 mm
Capacidad de la hoja LGP PAT	5.5 yd ³ / 4.21 m ³
Ancho de la hoja LGP PAT	13.69 pie / 4173 mm
Hoja 1 – Capacidad	7.34 yd ³ / 5.6 m ³
Hoja 1 - Ancho de la hoja	10.7 pie / 3260 mm

Motor – XL/XW/LGP	
Modelo de motor	C9
Potencias nominales del motor a	2000 RPM / 2000 RPM
Potencia bruta	213 hp / 159 Kw.
Potencia en el volante	189 hp / 141 Kw.
Potencia neta – Caterpillar	189 hp / 141 Kw.
Potencia neta - ISO 9249	189 hp / 141 Kw.
Potencia neta - EEC 80/1269	189 hp / 141 Kw.
Potencia neta - SAE J1349	187 hp / 139 Kw.
Potencia neta - DIN 70020	196 PS
Calibre	4.4 pulg. / 112 mm
Carrera	5.9 pulg. / 149 mm
Cilindrada	537 pulg ³ / 8.8 L
Transmisión	
Avance 1	2.4 mph / 3.8 kph
Avance 2	4.1 mph / 6.6 kph
Avance 3	7.1 mph / 11.5 kph
Retroceso 1	3 mph / 4.8 kph
Retroceso 2	5.2 mph / 8.4 kph
Retroceso 3	9.1 mph / 14.6 kph
Tren de rodaje	
Tipo de zapata	Servicio Moderado
Ancho de la zapata	22 pulg. / 560 mm
Zapatas por lado	39
Altura de las garras	2.6 pulg. / 65 mm
Paso	8 pulg. / 203 mm
Espacio libre sobre el suelo	14.8 pulg. / 376 mm
Entrevía	74 pulg. / 1880 mm
Cadena sobre el suelo	8.56 pie / 2610 mm
Superficie de contacto con el suelo	4532 pulg ² / 2.92 m ²
Presión sobre el suelo	8.9 lb/pulg ² / 0.63 Kpa
Rodillos inferiores por lado	6

Capacidades de llenado	
Tanque de combustible	101 gal / 382.3 L
Sistema de enfriamiento	20.3 gal / 76.8 L
Cárter del motor	7.4 gal / 28 L
Tren de fuerza	38.5 gal / 145.7 L
Mandos finales (cada uno)	3.6 gal / 13.6 L
Bastidores de rodillos (cada uno)	6.5 gal / 24.6 L
Compartimiento del eje de pivote	0.5 gal / 1.9 L
Tanque hidráulico	12.5 gal / 47.3 L
Controles hidráulicos – Presión de operación máxima	
Hoja topadora	2799 lb/pulg2 / 19300 Kpa
Inclinación de la hoja topadora	2799 lb/pulg2 / 19300 Kpa
Cilindro de inclinación	2799 lb/pulg2 / 19300 Kpa
Desgarrador (izquierdo)	2799 lb/pulg2 / 19300 kpa
Desgarrador (inclinación hacia adelante y hacia atrás)	2799 lb/pulg2 / 19300 Kpa
Dirección	5511 lb/pulg2 / 38000 Kpa
Controles hidráulicos – Bomba	
Capacidad de la bomba a	1001 lb/pulg2 / 6900 Kpa
Velocidad en rpm a la velocidad nominal del motor	2125 RPM / RPM
Caudal de la bomba (freno del embrague)	56 gal/min / 212 L/min
Caudal de la bomba (dirección del diferencial)	57.3 gal/min / 217 L/min
Caudal del cilindro de levantamiento	50.2 gal/min / 190 L/min
Caudal del cilindro de inclinación	21.1 gal/min / 80 L/min
Caudal del cilindro del desgarrador	42.3 gal/min / 160 L/min
Controles hidráulicos – Ajustes de la válvula de alivio principal	
Modelos del freno del embrague	2799 lb/pulg2 / 19300 Kpa
Modelos de la dirección del diferencial	6092 lb/pulg2 / 42000 Kpa

Cabestrante	
Modelo de cabestrante	PA 56
Peso*	2600 lb / 1179 kg
Capacidad de aceite	17.7 gal / 67 L
Longitud del cabestrante y soporte	47.6 pulg. / 1210 mm
Longitud de la caja del cabestrante	47.6 pulg. / 1210 mm
Ancho de la caja del cabestrante	38.4 pulg. / 975 mm
Mayor longitud del tractor – Estándar	20.4 pulg. / 517 mm
Mayor longitud del tractor – XL	20.4 pulg. / 517 mm
Mayor longitud del tractor – XR	20.4 pulg. / 517 mm
Mayor longitud del tractor – LGP	15.6 pulg. / 397 mm
Diámetro del tambor	10 pulg. / 254 mm
Ancho del tambor	13 pulg. / 330 mm
Diámetro de la pestaña	19.8 pulg. / 504 mm
Capacidad del tambor - 22 mm (0,88 pulg.)	290 pie / 88 m
Capacidad del tambor - 25 mm (1,0 pulg.)	220 pie / 67 m
Capacidad del tambor - 29 mm (1,13 pulg.)	220 pie / 67 m
Tamaño del casquillo (diam. Ext. X Longitud)	54 x 67 mm 2,10 x 2,63 pulg.
Tamaño de los casquillos de los cables - Diámetro externo	2.13 pulg. / 54 mm
Tamaño de los casquillos de los cables – Longitud	2.64 pulg. / 67 mm
Dimensiones	
Longitud total del tractor (con barra de tiro)	12.66 pie / 3.86 m
Desgarrador	
Tipo	Paralelogramo fijo
Número de cavidades	3
Ancho total de la viga	87 pulg. / 2202 mm
Corte transversal de la viga	216 x 254 mm 8,5 x 10,0 pulg.
Espacio libre máximo, subida (debajo de la punta, con pasador en el orificio inferior)	20.1 pulg. / 511 mm
Penetración máxima	19.7 pulg. / 500 mm

Fuerza de penetración máxima	14557 lb / 6603 kg
Fuerza de desprendimiento	20137 lb / 9134 kg
Peso - con un vástago	3603 lb / 1634 kg
Cada vástago adicional	163 lb / 74 kg
Normas	
Estructuras ROPS / FOPS	
Cabina	
Frenos	
Comentarios de MSC	
Fecha de especificación de MSC	08/2002



2.3. Operaciones realizadas por bulldozer

2.3.1. Mover cargas:

Una operación de empuje se realizará con una hoja frontal de empuje montada en el extremo frontal del tractor. Las condiciones de carga para el bulldozer, variaran desde las relativamente ligeras y uniformes, hasta las aplicaciones de fuerza de impacto necesaria, a través de la hoja, para mover una piedra muy grande, como arrancar una raíz o derribar un árbol. Para llenar los requisitos de fuerza de impacto, se prefiere la transmisión directa. De lo contrario, para las variaciones más ligeras y graduales de carga de un bulldozer, es mejor que posea convertidor de par de torsión. Para todos los usos es mejor tener transmisión de cambios de potencia.

2.3.2. Desmante o despeje:

Esta función requiere en la mayoría de los casos de un angledozer que posee una hoja angular especial de empuje y accesorios de desgarramiento.

2.3.3. Desgarramiento:

Los materiales sólidos o fuertemente consolidados pueden tener que aflojarse sea por una maniobra de rasgamiento o desgarramiento, o por una perforación o voladura. Cuando las condiciones del trabajo indiquen operación de desgarramiento, debe hacerse otras determinaciones preliminares. El uso final del material es importante, si va a ser utilizado como material de relleno, de nivelado o se va a desechar. Controlando la distancia

entre las pasadas o los accesorios, puede regularse perfectamente bien el tamaño del material arrancado.

2.3.4. Servicios de Mantenimiento

Estos son los servicios que se tiene que realizar cada cierto tiempo de operación, de acuerdo a la indicación del horómetro de la máquina, el período de tiempo está basado en las condiciones particulares de operación que existe en los trabajos asignados del campamento de Jalapa.

2.4. Diagnóstico de mantenimiento de los tractores sobre orugas Caterpillar

2.4.1. Costo de propiedad:

El solo hecho de ser dueño de maquinaria de cualquier tipo, representa una erogación continua, independiente del trabajo que realice el equipo. Este costo se desprende de los renglones de depreciación, intereses, impuestos, seguros, estacionamiento y bodegaje, factores que afectan al dueño de la maquinaria permanentemente por ser inherentes al hecho de tener invertido un capital.

2.4.2. Depreciación:

El uso ocasiona en las máquinas cierto desgaste natural, sea cual fuere el cuidado que se tenga en mantenerlas y repararlas, siempre se irán desvalorizando y tarde o temprano terminarían por acabarse o por volverse obsoletas. Si se requiere que la empresa subsista es necesario reemplazarlas oportunamente y para esto el propietario debe crear un fondo de reserva. La depreciación es una especie de marcha hacia el cementerio o patio de chatarra. Cuando una máquina permanece también se esta depreciando debido a la tendencia que tiene a volverse obsoleta. La obsolescencia nunca se puede predecir; puede tener varias causas y seguramente la más importante consiste en que día a día los diseños de las nuevas máquinas son más perfectos y sus rendimiento mayores.

2.4.3. Vida económica útil:

A medida que una máquina se va usando la mayor parte de sus piezas se van gastando. A pesar de un adecuado mantenimiento hace que ese desgaste sea mas lento, las piezas van fallando y es necesario reemplazarlas; esto va sucediendo con mayor frecuencia a medida que la máquina se va envejeciendo. Si se llevan estadísticas de los costos de operación se observaran que después de que el equipo ha trabajado durante cierto tiempo, el costo hora empieza a subir la relación con el costo hora promedio arrojado hasta es momento. Cuando se prevea que en el futuro el costo hora de poseer y operar una unidad va a ser mayor que el costo hora promedio hasta entonces la máquina ha llegado al final de su vida económica y su dueño debe deshacerse

de ella. En este momento es más económico reemplazar el equipo viejo por equipo nuevo. Los contratistas que no llevan estadísticas de costo se exponen a trabajar sus equipos después de terminar su vida económica útil y se sorprenderán cuando vean que sus competidores están percibiendo mayores utilidades con precios aún más bajos.

En resumen: la vida Económica útil de una máquina puede definirse como el tiempo durante el cual dicha máquina trabaja con un rendimiento económicamente justificable. Las condiciones de rudeza del trabajo y el cuidado que se tenga en el mantenimiento del equipo son factores que inciden tremendamente sobre la vida económica útil.

2.4.4. Costo de operación:

Los equipos de construcción accionados por motores de combustión interna requieren para su funcionamiento:

- ✓ Operarios.
- ✓ Combustible.
- ✓ Lubricantes.

Para un buen funcionamiento se necesita servicio adecuado de mantenimiento y reemplazo oportuno de las piezas dañadas o gastadas. Las erogaciones ocasionadas por todos estos conceptos constituyen los costos de operación de la máquina. A pesar que estos costos varían considerablemente para cada equipo de acuerdo con la localización y las condiciones de rudeza

del trabajo, es posible estimarlos previamente con razonable aproximación para una obra determinada, después de estudiar cuidadosamente dichas condiciones.

2.4.5. Historial de la maquinaria

Al desarrollar un programa de mantenimiento, uno de los objetivos más importantes, es el de llegar a establecer el historial de la maquinaria, ya que una empresa que cuente con éste, el gerente de mantenimiento podrá tomar decisiones en función de la propia experiencia de los equipos. Por ejemplo: un equipo que ha fallado en varias oportunidades, al ver su propia historia nos daremos cuenta que hemos gastado más de lo que cuesta comprar uno nuevo; por lo tanto, tendrá herramienta suficiente, para poder convencer al gerente de operaciones de reemplazar el mismo lo más pronto que se pueda. El historial de la maquinaria es la Biblia del departamento de mantenimiento y no importa cuantas personas van manejando el departamento a través de los años; si se mantiene al día el historial. Como podemos ver, cualquier persona que llegue de nuevo a ocupar un puesto en el departamento de mantenimiento; podrá contar con la historia o experiencia de la maquinaria.

2.4.6. Actualización de Horómetros

Tabla III: (Actualización de horómetro del tractor sobre orugas, código M161029 del mes de julio)

FECHA	CÓDIGO	UBICACIÓN	HORÓMETRO INICIAL	HORÓMETRO FINAL	HORAS EFECTIVAS
01/07/2006	M161029	Jalapa			0.00
02/07/2006	M161029	Jalapa			0.00
03/07/2006	M161029	Jalapa	8,842.50	8,849.00	6.50
04/07/2006	M161029	Jalapa	8,849.00	8,857.00	8.00
05/07/2006	M161029	Jalapa	8,857.00	8,865.90	8.90
06/07/2006	M161029	Jalapa	8,865.90	8,871.30	5.40
07/07/2006	M161029	Jalapa			0.00
08/07/2006	M161029	Jalapa			0.00
09/07/2006	M161029	Jalapa			0.00
10/07/2006	M161029	Jalapa			0.00
11/07/2006	M161029	Jalapa	8,871.30	8,880.00	8.70
12/07/2006	M161029	Jalapa	8,880.00	8,888.50	8.50
13/07/2006	M161029	Jalapa	8,888.50	8,898.50	10.00
14/07/2006	M161029	Jalapa	8,898.50	8,908.90	10.40
15/07/2006	M161029	Jalapa	8,908.90	8,918.90	10.00
16/07/2006	M161029	Jalapa	8,918.90	8,924.40	5.50
17/07/2006	M161029	Jalapa	8,924.40	8,932.40	8.00
18/07/2006	M161029	Jalapa	8,932.40	8,942.00	9.60
19/07/2006	M161029	Jalapa	8,942.00	8,944.00	2.00
20/07/2006	M161029	Jalapa	8,944.00	8,950.50	6.50
21/07/2006	M161029	Jalapa			0.00
22/07/2006	M161029	Jalapa			0.00
23/07/2006	M161029	Jalapa			0.00
24/07/2006	M161029	Jalapa	8,950.80	8,958.00	7.20
25/07/2006	M161029	Jalapa	8,958.00	8,965.70	7.70
26/07/2006	M161029	Jalapa	8,965.70	8,974.10	8.40
27/07/2006	M161029	Jalapa	8,974.10	8,980.00	5.90
28/07/2006	M161029	Jalapa			0.00
29/07/2006	M161029	Jalapa			0.00
30/07/2006	M161029	Jalapa	8,987.50	8,996.50	9.00
31/07/2006	M161029	Jalapa	8,996.50	9,004.20	7.70
	M161029	Jalapa			0.00

Tabla IV: (Actualización de horómetro del tractor sobre orugas, código M161029 del mes de agosto)

FECHA	CÓDIGO	UBICACIÓN	HORÓMETRO INICIAL	HORÓMETRO FINAL	HORAS EFECTIVAS
01/08/2006	M161029	Jalapa			0.00
02/08/2006	M161029	Jalapa			0.00
03/08/2006	M161029	Jalapa	9,027.00	9,032.00	5.00
04/08/2006	M161029	Jalapa			0.00
05/08/2006	M161029	Jalapa			0.00
06/08/2006	M161029	Jalapa			0.00
07/08/2006	M161029	Jalapa	9,032.00	9,032.00	0.00
08/08/2006	M161029	Jalapa	9,032.00	9,039.00	7.00
09/08/2006	M161029	Jalapa	9,039.00	9,045.00	6.00
10/08/2006	M161029	Jalapa	9,045.00	9,054.00	9.00
11/08/2006	M161029	Jalapa	9,054.00	9,063.00	9.00
12/08/2006	M161029	Jalapa	9,063.00	9,066.00	3.00
13/08/2006	M161029	Jalapa	9,066.00	9,074.00	8.00
14/08/2006	M161029	Jalapa	9,074.00	9,083.00	9.00
15/08/2006	M161029	Jalapa	9,083.00	9,093.00	10.00
16/08/2006	M161029	Jalapa	9,093.00	9,103.00	10.00
17/08/2006	M161029	Jalapa	9,103.00	9,109.00	6.00
18/08/2006	M161029	Jalapa			0.00
19/08/2006	M161029	Jalapa			0.00
20/08/2006	M161029	Jalapa			0.00
21/08/2006	M161029	Jalapa	9,109.00	9,116.00	7.00
22/08/2006	M161029	Jalapa	9,116.00	9,125.00	9.00
23/08/2006	M161029	Jalapa	9,125.00	9,133.00	8.00
24/08/2006	M161029	Jalapa	9,133.00	9,144.00	11.00
25/08/2006	M161029	Jalapa	9,144.00	9,155.00	11.00
26/08/2006	M161029	Jalapa	9,155.00	9,160.00	5.00
27/08/2006	M161029	Jalapa	9,160.00	9,164.00	4.00
28/08/2006	M161029	Jalapa	9,164.00	9,172.00	8.00
29/08/2006	M161029	Jalapa	9,172.00	9,179.00	7.00
30/08/2006	M161029	Jalapa	9,179.00	9,186.00	7.00
31/08/2006	M161029	Jalapa	9,186.00	9,192.00	6.00
	M161029	Jalapa			0.00

Tabla V: (Actualización de horómetro del tractor sobre orugas, código M161029 del mes de septiembre)

FECHA	CÓDIGO	UBICACIÓN	HORÓMETRO INICIAL	HORÓMETRO FINAL	HORAS EFECTIVAS
01/09/2006	M161029	Jalapa			0.00
02/09/2006	M161029	Jalapa			0.00
03/09/2006	M161029	Jalapa			0.00
04/09/2006	M161029	Jalapa	9,192.00	9,193.10	1.10
05/09/2006	M161029	Jalapa	9,193.10	9,193.10	0.00
06/09/2006	M161029	Jalapa	9,193.10	9,196.30	3.20
07/09/2006	M161029	Jalapa	9,196.30	9,205.00	8.70
08/09/2006	M161029	Jalapa	9,205.00	9,208.00	3.00
09/09/2006	M161029	Jalapa	9,208.00	9,214.00	6.00
10/09/2006	M161029	Jalapa	9,214.00	9,218.00	4.00
11/09/2006	M161029	Jalapa	9,218.50	9,225.00	6.50
12/09/2006	M161029	Jalapa	9,225.00	9,225.00	0.00
13/09/2006	M161029	Jalapa	9,225.00	9,225.00	0.00
14/09/2006	M161029	Jalapa			0.00
15/09/2006	M161029	Jalapa			0.00
16/09/2006	M161029	Jalapa			0.00
17/09/2006	M161029	Jalapa			0.00
18/09/2006	M161029	Jalapa			0.00
19/09/2006	M161029	Jalapa	9,225.00	9,225.00	0.00
20/09/2006	M161029	Jalapa	9,225.00	9,225.00	0.00
21/09/2006	M161029	Jalapa	9,225.00	9,225.00	0.00
22/09/2006	M161029	Jalapa	9,225.00	9,225.00	0.00
23/09/2006	M161029	Jalapa			0.00
24/09/2006	M161029	Jalapa			0.00
25/09/2006	M161029	Jalapa			0.00
26/09/2006	M161029	Jalapa			0.00
27/09/2006	M161029	Jalapa			0.00
28/09/2006	M161029	Jalapa			0.00
29/09/2006	M161029	Jalapa			0.00
30/09/2006	M161029	Jalapa			0.00
01/10/2006	M161029	Jalapa			0.00
	M161029	Jalapa			0.00

Tabla VI: (Actualización de horómetro del tractor sobre orugas, código M161033 del mes de julio)

FECHA	CÓDIGO	UBICACIÓN	HORÓMETRO INICIAL	HORÓMETRO FINAL	HORAS EFECTIVAS
01/07/2006	M161033	Jalapa	10,801.00	10,804.40	3.40
02/07/2006	M161033	Jalapa	10,804.40	10,807.30	2.90
03/07/2006	M161033	Jalapa	10,807.30	10,812.20	4.90
04/07/2006	M161033	Jalapa	10,812.20	10,817.60	5.40
05/07/2006	M161033	Jalapa	10,817.20	10,826.00	8.80
06/07/2006	M161033	Jalapa	10,826.00	10,831.00	5.00
07/07/2006	M161033	Jalapa			0.00
08/07/2006	M161033	Jalapa			0.00
09/07/2006	M161033	Jalapa			0.00
10/07/2006	M161033	Jalapa			0.00
11/07/2006	M161033	Jalapa	10,831.40	10,839.50	8.10
12/07/2006	M161033	Jalapa	10,839.50	10,845.50	6.00
13/07/2006	M161033	Jalapa	10,845.50	10,849.70	4.20
14/07/2006	M161033	Jalapa	10,849.70	10,855.20	5.50
15/07/2006	M161033	Jalapa	10,855.20	10,861.50	6.30
16/07/2006	M161033	Jalapa	10,861.50	10,864.40	2.90
17/07/2006	M161033	Jalapa	10,864.40	10,868.60	4.20
18/07/2006	M161033	Jalapa	10,868.60	10,875.00	6.40
19/07/2006	M161033	Jalapa	10,875.00	10,879.80	4.80
20/07/2006	M161033	Jalapa	10,879.80	10,882.10	2.30
21/07/2006	M161033	Jalapa			0.00
22/07/2006	M161033	Jalapa			0.00
23/07/2006	M161033	Jalapa			0.00
24/07/2006	M161033	Jalapa	10,882.10	10,890.90	8.80
25/07/2006	M161033	Jalapa	10,890.90	10,897.00	6.10
26/07/2006	M161033	Jalapa			0.00
27/07/2006	M161033	Jalapa	10,902.60	10,902.60	0.00
28/07/2006	M161033	Jalapa	10,902.60	10,904.10	1.50
29/07/2006	M161033	Jalapa	10,904.10	10,911.50	7.40
30/07/2006	M161033	Jalapa			0.00
					0.00

Tabla VII: (Actualización de horómetro del tractor sobre orugas, código M161033 del mes de agosto)

FECHA	CÓDIGO	UBICACIÓN	HORÓMETRO INICIAL	HORÓMETRO FINAL	HORAS EFECTIVAS
01/08/2006	M161033	Jalapa	10,921.80	10,930.30	8.50
02/08/2006	M161033	Jalapa	10,930.30	10,935.90	5.60
03/08/2006	M161033	Jalapa	10,935.90	10,938.10	2.20
04/08/2006	M161033	Jalapa			0.00
05/08/2006	M161033	Jalapa			0.00
06/08/2006	M161033	Jalapa			0.00
07/08/2006	M161033	Jalapa	10,938.10	10,943.00	4.90
08/08/2006	M161033	Jalapa	10,943.00	10,948.20	5.20
09/08/2006	M161033	Jalapa	10,948.20	10,952.00	3.80
10/08/2006	M161033	Jalapa	10,952.00	10,954.50	2.50
11/08/2006	M161033	Jalapa			0.00
12/08/2006	M161033	Jalapa	10,958.20	10,962.10	3.90
13/08/2006	M161033	Jalapa	10,962.10	10,965.00	2.90
14/08/2006	M161033	Jalapa	10,965.00	10,965.70	0.70
15/08/2006	M161033	Jalapa	10,965.70	10,968.70	3.00
16/08/2006	M161033	Jalapa	10,968.70	10,971.90	3.20
17/08/2006	M161033	Jalapa	10,971.90	10,971.90	0.00
18/08/2006	M161033	Jalapa			0.00
19/08/2006	M161033	Jalapa			0.00
20/08/2006	M161033	Jalapa			0.00
21/08/2006	M161033	Jalapa	10,971.90	10,976.80	4.90
22/08/2006	M161033	Jalapa	10,976.80	10,979.40	2.60
23/08/2006	M161033	Jalapa	10,979.40	10,982.40	3.00
24/08/2006	M161033	Jalapa	10,982.40	10,989.60	7.20
25/08/2006	M161033	Jalapa	10,989.60	10,991.90	2.30
26/08/2006	M161033	Jalapa	10,991.90	10,997.50	5.60
27/08/2006	M161033	Jalapa	10,997.50	11,003.00	5.50
28/08/2006	M161033	Jalapa	11,003.00	11,010.80	7.80
29/08/2006	M161033	Jalapa	11,010.80	11,016.80	6.00
30/08/2006	M161033	Jalapa	11,016.80	11,020.30	3.50
31/08/2006	M161033	Jalapa	11,020.30	11,023.50	3.20

Tabla VIII: (Actualización de horómetro del tractor sobre orugas, código M161033 del mes de septiembre)

01/09/2006	M161033	Jalapa	1,782.00	1,796.00	14.00
02/09/2006	M161033	Jalapa	1,796.00	1,799.00	3.00
03/09/2006	M161033	Jalapa	1,799.00	1,802.00	3.00
04/09/2006	M161033	Jalapa	1,802.00	1,808.00	6.00
05/09/2006	M161033	Jalapa	1,808.00	1,816.00	8.00
06/09/2006	M161033	Jalapa	1,816.00	1,826.00	10.00
07/09/2006	M161033	Jalapa	1,826.00	1,835.00	9.00
08/09/2006	M161033	Jalapa	1,835.00	1,845.00	10.00
09/09/2006	M161033	Jalapa	1,845.00	1,853.00	8.00
10/09/2006	M161033	Jalapa	1,853.00	1,861.00	8.00
11/09/2006	M161033	Jalapa	1,861.00	1,867.00	6.00
12/09/2006	M161033	Jalapa	1,867.00	1,876.40	9.40
13/09/2006	M161033	Jalapa	1,876.40	1,879.90	3.50
14/09/2006	M161033	Jalapa	1,879.90	1,883.70	3.80
15/09/2006	M161033	Jalapa			0.00
16/09/2006	M161033	Jalapa			0.00
17/09/2006	M161033	Jalapa			0.00
18/09/2006	M161033	Jalapa			0.00
19/09/2006	M161033	Jalapa	1,883.70	1,887.20	3.50
20/09/2006	M161033	Jalapa	1,887.20	1,892.00	4.80
21/09/2006	M161033	Jalapa	1,892.00	1,898.10	6.10
22/09/2006	M161033	Jalapa	1,898.10	1,902.10	4.00
23/09/2006	M161033	Jalapa			0.00
24/09/2006	M161033	Jalapa			0.00
25/09/2006	M161033	Jalapa			0.00
26/09/2006	M161033	Jalapa			0.00
27/09/2006	M161033	Jalapa			0.00
28/09/2006	M161033	Jalapa			0.00
29/09/2006	M161033	Jalapa			0.00
30/09/2006	M161033	Jalapa			0.00
01/10/2006	M161033	Jalapa			0.00

Tabla IX: (Actualización de horómetro del tractor sobre orugas, código M161043 del mes de julio)

01/07/2006	M161043	Jalapa			0.00
02/07/2006	M161043	Jalapa			0.00
03/07/2006	M161043	Jalapa			0.00
04/07/2006	M161043	Jalapa			0.00
05/07/2006	M161043	Jalapa			0.00
06/07/2006	M161043	Jalapa			0.00
07/07/2006	M161043	Jalapa			0.00
08/07/2006	M161043	Jalapa			0.00
09/07/2006	M161043	Jalapa			0.00
10/07/2006	M161043	Jalapa			0.00
11/07/2006	M161043	Jalapa			0.00
12/07/2006	M161043	Jalapa			0.00
13/07/2006	M161043	Jalapa			0.00
14/07/2006	M161043	Jalapa			0.00
15/07/2006	M161043	Jalapa			0.00
16/07/2006	M161043	Jalapa			0.00
17/07/2006	M161043	Jalapa			0.00
18/07/2006	M161043	Jalapa			0.00
19/07/2006	M161043	Jalapa			0.00
20/07/2006	M161043	Jalapa			0.00
21/07/2006	M161043	Jalapa			0.00
22/07/2006	M161043	Jalapa			0.00
23/07/2006	M161043	Jalapa			0.00
24/07/2006	M161043	Jalapa			0.00
25/07/2006	M161043	Jalapa			0.00
26/07/2006	M161043	Jalapa			0.00
27/07/2006	M161043	Jalapa			0.00
28/07/2006	M161043	Jalapa	1,616.00	1,618.00	2.00
29/07/2006	M161043	Jalapa	1,618.00	1,627.10	9.10
30/07/2006	M161043	Jalapa	1,627.10	1,636.10	9.00
31/07/2006	M161043	Jalapa	1,636.10	1,642.00	5.90

Tabla X: (Actualización de horómetro del tractor sobre orugas, código M161043 del mes de agosto)

01/08/2006	M161043	Jalapa	1,642.00	1,645.00	3.00
02/08/2006	M161043	Jalapa	1,645.00	1,650.00	5.00
03/08/2006	M161043	Jalapa	1,650.00	1,654.00	4.00
04/08/2006	M161043	Jalapa	1,648.50	1,656.20	7.70
05/08/2006	M161043	Jalapa	1,656.20	1,662.20	6.00
06/08/2006	M161043	Jalapa			0.00
07/08/2006	M161043	Jalapa	1,662.20	1,668.00	5.80
08/08/2006	M161043	Jalapa	1,668.00	1,675.00	7.00
09/08/2006	M161043	Jalapa	1,670.00	1,675.00	5.00
10/08/2006	M161043	Jalapa	1,675.00	1,681.00	6.00
11/08/2006	M161043	Jalapa	1,681.00	1,683.00	2.00
12/08/2006	M161043	Jalapa	1,683.00	1,692.00	9.00
13/08/2006	M161043	Jalapa	1,692.00	1,698.90	6.90
14/08/2006	M161043	Jalapa	1,698.90	1,704.30	5.40
15/08/2006	M161043	Jalapa	1,704.30	1,710.60	6.30
16/08/2006	M161043	Jalapa	1,707.60	1,711.50	3.90
17/08/2006	M161043	Jalapa	1,711.50	1,718.00	6.50
18/08/2006	M161043	Jalapa			0.00
19/08/2006	M161043	Jalapa			0.00
20/08/2006	M161043	Jalapa			0.00
21/08/2006	M161043	Jalapa	1,718.00	1,720.00	2.00
22/08/2006	M161043	Jalapa	1,720.00	1,725.00	5.00
23/08/2006	M161043	Jalapa	1,725.00	1,728.00	3.00
24/08/2006	M161043	Jalapa	1,728.00	1,735.00	7.00
25/08/2006	M161043	Jalapa			0.00
26/08/2006	M161043	Jalapa			0.00
27/08/2006	M161043	Jalapa	1,744.00	1,751.00	7.00
28/08/2006	M161043	Jalapa	1,751.00	1,762.00	11.00
29/08/2006	M161043	Jalapa	1,762.00	1,771.00	9.00
30/08/2006	M161043	Jalapa	1,771.00	1,779.00	8.00
31/08/2006	M161043	Jalapa	1,779.00	1,787.00	8.00

Tabla XI: (Actualización de horómetro del tractor sobre orugas, código M161046 del mes de septiembre)

01/09/2006	M161046	Jalapa			0.00
02/09/2006	M161046	Jalapa			0.00
03/09/2006	M161046	Jalapa			0.00
04/09/2006	M161046	Jalapa	2,052.50	2,062.50	10.00
05/09/2006	M161046	Jalapa	2,062.50	2,073.30	10.80
06/09/2006	M161046	Jalapa	2,073.30	2,084.80	11.50
07/09/2006	M161046	Jalapa	2,084.80	2,095.30	10.50
08/09/2006	M161046	Jalapa	2,095.30	2,104.00	8.70
09/09/2006	M161046	Jalapa	2,104.00	2,114.00	10.00
10/09/2006	M161046	Jalapa	2,114.00	2,118.50	4.50
11/09/2006	M161046	Jalapa	2,118.50	2,122.70	4.20
12/09/2006	M161046	Jalapa	2,122.70	2,131.80	9.10
13/09/2006	M161046	Jalapa	2,131.80	2,140.60	8.80
14/09/2006	M161046	Jalapa	2,140.60	2,145.80	5.20
15/09/2006	M161046	Jalapa			0.00
16/09/2006	M161046	Jalapa			0.00
17/09/2006	M161046	Jalapa			0.00
18/09/2006	M161046	Jalapa			0.00
19/09/2006	M161046	Jalapa	2,145.80	2,154.20	8.40
20/09/2006	M161046	Jalapa	2,154.20	2,159.20	5.00
21/09/2006	M161046	Jalapa	2,159.20	2,160.00	0.80
22/09/2006	M161046	Jalapa	2,160.00	2,164.30	4.30
23/09/2006	M161046	Jalapa			0.00
24/09/2006	M161046	Jalapa			0.00
25/09/2006	M161046	Jalapa			0.00
26/09/2006	M161046	Jalapa			0.00
27/09/2006	M161046	Jalapa			0.00
28/09/2006	M161046	Jalapa			0.00
29/09/2006	M161046	Jalapa			0.00
30/09/2006	M161046	Jalapa			0.00
01/10/2006	M161046	Jalapa			0.00

Tabla XII: (Actualización de horómetro del tractor sobre orugas, código M161046 del mes de julio)

01/07/2006	M161046	Jalapa	1,616.80	1,626.80	10.00
02/07/2006	M161046	Jalapa	1,626.80	1,634.50	7.70
03/07/2006	M161046	Jalapa	1,634.50	1,644.50	10.00
04/07/2006	M161046	Jalapa	1,644.50	1,652.50	8.00
05/07/2006	M161046	Jalapa	1,652.50	1,662.50	10.00
06/07/2006	M161046	Jalapa	1,662.50	1,668.50	6.00
07/07/2006	M161046	Jalapa	1,668.50	1,673.50	5.00
08/07/2006	M161046	Jalapa	1,673.50	1,680.50	7.00
09/07/2006	M161046	Jalapa			0.00
10/07/2006	M161046	Jalapa			0.00
11/07/2006	M161046	Jalapa	1,680.50	1,690.00	9.50
12/07/2006	M161046	Jalapa	1,690.00	1,699.80	9.80
13/07/2006	M161046	Jalapa	1,699.80	1,705.80	6.00
14/07/2006	M161046	Jalapa	1,705.80	1,715.80	10.00
15/07/2006	M161046	Jalapa	1,715.80	1,725.00	9.20
16/07/2006	M161046	Jalapa	1,725.00	1,731.00	6.00
17/07/2006	M161046	Jalapa	1,731.00	1,740.50	9.50
18/07/2006	M161046	Jalapa	1,740.50	1,750.50	10.00
19/07/2006	M161046	Jalapa	1,750.50	1,755.50	5.00
20/07/2006	M161046	Jalapa	1,755.50	1,761.50	6.00
21/07/2006	M161046	Jalapa	1,761.50	1,770.00	8.50
22/07/2006	M161046	Jalapa	1,770.00	1,776.20	6.20
23/07/2006	M161046	Jalapa			0.00
24/07/2006	M161046	Jalapa	1,776.20	1,784.70	8.50
25/07/2006	M161046	Jalapa	1,784.70	1,791.50	6.80
26/07/2006	M161046	Jalapa	1,791.50	1,799.00	7.50
27/07/2006	M161046	Jalapa	1,799.00	1,806.50	7.50
28/07/2006	M161046	Jalapa	1,806.50	1,814.10	7.60
29/07/2006	M161046	Jalapa	1,814.10	1,817.10	3.00
30/07/2006	M161046	Jalapa	1,817.10	1,828.90	11.80
31/07/2006	M161046	Jalapa	1,828.90	1,836.60	7.70

Tabla XIII: (Actualización de horómetro del tractor sobre orugas, código M161046 del mes de agosto)

01/08/2006	M161046	Jalapa	1,836.60	1,845.60	9.00
02/08/2006	M161046	Jalapa	1,845.60	1,856.50	10.90
03/08/2006	M161046	Jalapa	1,856.50	1,857.20	0.70
04/08/2006	M161046	Jalapa			0.00
05/08/2006	M161046	Jalapa			0.00
06/08/2006	M161046	Jalapa			0.00
07/08/2006	M161046	Jalapa	1,857.20	1,867.50	10.30
08/08/2006	M161046	Jalapa	1,867.50	1,880.40	12.90
09/08/2006	M161046	Jalapa	1,880.40	1,888.50	8.10
10/08/2006	M161046	Jalapa	1,888.50	1,898.80	10.30
11/08/2006	M161046	Jalapa			0.00
12/08/2006	M161046	Jalapa			0.00
13/08/2006	M161046	Jalapa	1,916.50	1,924.50	8.00
14/08/2006	M161046	Jalapa	1,924.50	1,929.50	5.00
15/08/2006	M161046	Jalapa	1,929.50	1,938.70	9.20
16/08/2006	M161046	Jalapa	1,938.70	1,940.80	2.10
17/08/2006	M161046	Jalapa	1,940.80	1,946.00	5.20
18/08/2006	M161046	Jalapa			0.00
19/08/2006	M161046	Jalapa			0.00
20/08/2006	M161046	Jalapa			0.00
21/08/2006	M161046	Jalapa	1,946.00	1,956.80	10.80
22/08/2006	M161046	Jalapa	1,956.80	1,966.50	9.70
23/08/2006	M161046	Jalapa	1,966.50	1,977.20	10.70
24/08/2006	M161046	Jalapa	1,977.20	1,987.50	10.30
25/08/2006	M161046	Jalapa	1,987.50	1,996.40	8.90
26/08/2006	M161046	Jalapa	1,996.40	2,006.50	10.10
27/08/2006	M161046	Jalapa	2,006.50	2,014.40	7.90
28/08/2006	M161046	Jalapa	2,014.40	2,025.10	10.70
29/08/2006	M161046	Jalapa	2,024.10	2,034.00	9.90
30/08/2006	M161046	Jalapa	2,034.00	2,034.40	0.40
31/08/2006	M161046	Jalapa	2,034.40	2,041.50	7.10

Tabla XIV: (Actualización de horómetro del tractor sobre orugas, código M161049 del mes de septiembre)

01/09/2006	M161049	Jalapa			0.00
02/09/2006	M161049	Jalapa			0.00
03/09/2006	M161049	Jalapa			0.00
04/09/2006	M161049	Jalapa			0.00
05/09/2006	M161049	Jalapa			0.00
06/09/2006	M161049	Jalapa			0.00
07/09/2006	M161049	Jalapa			0.00
08/09/2006	M161049	Jalapa			0.00
09/09/2006	M161049	Jalapa			0.00
10/09/2006	M161049	Jalapa			0.00
11/09/2006	M161049	Jalapa	678.00	679.00	1.00
12/09/2006	M161049	Jalapa	679.00	680.00	1.00
13/09/2006	M161049	Jalapa	680.00	681.00	1.00
14/09/2006	M161049	Jalapa	681.00	682.00	1.00
15/09/2006	M161049	Jalapa			0.00
16/09/2006	M161049	Jalapa			0.00
17/09/2006	M161049	Jalapa			0.00
18/09/2006	M161049	Jalapa			0.00
19/09/2006	M161049	Jalapa	682.00	682.00	0.00
20/09/2006	M161049	Jalapa	682.00	688.00	6.00
21/09/2006	M161049	Jalapa	688.00	696.80	8.80
22/09/2006	M161049	Jalapa	696.80	703.10	6.30
23/09/2006	M161049	Jalapa			0.00
24/09/2006	M161049	Jalapa			0.00
25/09/2006	M161049	Jalapa			0.00
26/09/2006	M161049	Jalapa			0.00
27/09/2006	M161049	Jalapa			0.00
28/09/2006	M161049	Jalapa			0.00
29/09/2006	M161049	Jalapa			0.00
30/09/2006	M161049	Jalapa			0.00
01/10/2006	M161049	Jalapa			0.00

Tabla XV: (Actualización de horómetro del tractor sobre orugas, código M161050 del mes de agosto)

01/09/2006	M161050	Jalapa			0.00
02/09/2006	M161050	Jalapa			0.00
03/09/2006	M161050	Jalapa			0.00
04/09/2006	M161050	Jalapa			0.00
05/09/2006	M161050	Jalapa			0.00
06/09/2006	M161050	Jalapa	3,815.00	3,818.00	3.00
07/09/2006	M161050	Jalapa			0.00
08/09/2006	M161050	Jalapa			0.00
09/09/2006	M161050	Jalapa	385.00	397.00	12.00
10/09/2006	M161050	Jalapa	397.00	404.00	7.00
11/09/2006	M161050	Jalapa	404.00	408.00	4.00
12/09/2006	M161050	Jalapa	408.00	415.00	7.00
13/09/2006	M161050	Jalapa	415.00	424.00	9.00
14/09/2006	M161050	Jalapa	424.00	429.70	5.70
15/09/2006	M161050	Jalapa			0.00
16/09/2006	M161050	Jalapa			0.00
17/09/2006	M161050	Jalapa			0.00
18/09/2006	M161050	Jalapa			0.00
19/09/2006	M161050	Jalapa	429.70	437.50	7.80
20/09/2006	M161050	Jalapa	437.50	446.30	8.80
21/09/2006	M161050	Jalapa	446.30	454.50	8.20
22/09/2006	M161050	Jalapa	454.50	460.30	5.80
23/09/2006	M161050	Jalapa			0.00
24/09/2006	M161050	Jalapa			0.00
25/09/2006	M161050	Jalapa			0.00
26/09/2006	M161050	Jalapa			0.00
27/09/2006	M161050	Jalapa			0.00
28/09/2006	M161050	Jalapa			0.00
29/09/2006	M161050	Jalapa			0.00
30/09/2006	M161050	Jalapa			0.00
01/10/2006	M161050	Jalapa			0.00

Tabla XVI: (Actualización de horómetro del tractor sobre orugas, código M161033 del mes de septiembre)

01/09/2006	M161033	Jalapa			0.00
02/09/2006	M161033	Jalapa			0.00
03/09/2006	M161033	Jalapa			0.00
04/09/2006	M161033	Jalapa	11,023.50	11,028.20	4.70
05/09/2006	M161033	Jalapa			0.00
06/09/2006	M161033	Jalapa			0.00
07/09/2006	M161033	Jalapa	11,039.40	11,039.40	0.00
08/09/2006	M161033	Jalapa	11,039.40	11,044.40	5.00
09/09/2006	M161033	Jalapa	11,044.40	11,048.80	4.40
10/09/2006	M161033	Jalapa	11,048.80	11,054.20	5.40
11/09/2006	M161033	Jalapa	11,054.20	11,060.00	5.80
12/09/2006	M161033	Jalapa	11,060.00	11,066.90	6.90
13/09/2006	M161033	Jalapa	11,066.90	11,072.80	5.90
14/09/2006	M161033	Jalapa	11,072.80	11,078.70	5.90
15/09/2006	M161033	Jalapa			0.00
16/09/2006	M161033	Jalapa			0.00
17/09/2006	M161033	Jalapa			0.00
18/09/2006	M161033	Jalapa			0.00
19/09/2006	M161033	Jalapa	11,078.70	11,083.20	4.50
20/09/2006	M161033	Jalapa	11,083.20	11,090.50	7.30
21/09/2006	M161033	Jalapa	11,090.50	11,096.60	6.10
22/09/2006	M161033	Jalapa	11,096.60	11,101.90	5.30
23/09/2006	M161033	Jalapa	11,101.90	11,107.10	5.20
24/09/2006	M161033	Jalapa	11,107.10	11,111.70	4.60
25/09/2006	M161033	Jalapa			0.00
26/09/2006	M161033	Jalapa			0.00
27/09/2006	M161033	Jalapa			0.00
28/09/2006	M161033	Jalapa			0.00
29/09/2006	M161033	Jalapa			0.00
30/09/2006	M161033	Jalapa			0.00
01/10/2006	M161033	Jalapa			0.00

2.4.7. Análisis comparativo de consumo de combustible real

Tabla XVII: (Actualización de horómetro de los tractores sobre orugas códigos M161029, M161033, M161046 del mes de julio)

TRACTORES								
M161029			M161033			M161046		
5.35			5.35			8.00		
HORAS TRABAJADAS	DIESEL	PROMEDIO	HORAS TRABAJADAS	DIESEL	PROMEDIO	HORAS TRABAJADAS	DIESEL	PROMEDIO
0.00		0.00	3.40	23.00	6.76	10.00	39.00	3.90
0.00		0.00	2.90		0.00	7.70	152.00	19.74
6.50		0.00	4.90	35.00	7.14	10.00	71.00	7.10
8.00	53.00	6.63	5.40		0.00	8.00	87.00	10.88
8.90	33.00	3.71	8.80	42.00	4.77	10.00	71.00	7.10
5.40	42.00	7.78	5.00	21.00	4.20	6.00	116.00	19.33
0.00		0.00	0.00		0.00	5.00	65.00	13.00
0.00		0.00	0.00		0.00	7.00		0.00
0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00
0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00
8.70	52.00	5.98	8.10	34.00	4.20	9.50	139.00	14.63
8.50		0.00	0.00		0.00	9.80	138.00	14.08
10.00	50.00	5.00	4.20	34.00	8.10	6.00		0.00
10.40	66.00	6.35	5.50		0.00	10.00	89.00	8.90
10.00	77.00	7.70	6.30	44.00	6.98	9.20	154.00	16.74
5.50		0.00	2.90	12.00	4.14	6.00		0.00
8.00	70.00	8.75	4.20	28.00	6.67	9.50	121.00	12.74
9.60	29.00	3.02	6.40		0.00	10.00	92.00	9.20
2.00	44.00	22.00	4.80	21.00	4.38	5.00	115.00	23.00
6.50	38.00	5.85	2.30	33.00	14.35	6.00	73.00	12.17
0.00		0.00	0.00		0.00	8.50		0.00
0.00		0.00	0.00		0.00	6.20		0.00
0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00
7.20		0.00	8.80		0.00	8.50		0.00
7.70		0.00	6.10	55.00	9.02	6.80		0.00
8.40	82.00	9.76	0.00		0.00	7.50	150.00	20.00
5.90		0.00	0.00	29.00	0.00	7.50		0.00
0.00	70.00	0.00	1.50		0.00	7.60		0.00
0.00	68.00	0.00	7.40	29.00	3.92	3.00	26.00	8.67
9.00	40.00	4.44	0.00		0.00	11.80	100.00	8.47
7.70	43.00	5.58	0.00	42.00	0.00	7.70	133.00	17.27
137.20	706.00	5.15	91.50	411.00	4.49	197.30	1,672.00	212.50

Tabla XVIII: (Actualización de horómetro de los tractores sobre orugas códigos M161029, M161033, M161046 del mes de agosto)

TRACTORES								
M161029			M161033			M161043		
5.35			5.35			5.35		
HORAS TRABAJADAS	DIESEL	PROMEDIO	HORAS TRABAJADAS	DIESEL	PROMEDIO	HORAS TRABAJADAS	DIESEL	PROMEDIO
0.00	47.00	0.00	8.50		0.00	3.00	15.00	5.00
0.00	13.00	0.00	5.60	43.00	7.68	5.00		0.00
5.00		0.00	2.20		0.00	4.00	44.00	11.00
0.00		0.00	0.00		0.00	7.70	13.00	1.69
0.00		0.00	0.00		0.00	6.00		0.00
0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00
0.00		0.00	4.90	54.00	11.02	5.80		0.00
7.00		0.00	5.20		0.00	7.00	78.00	11.14
6.00	46.00	7.67	3.80	20.00	5.26	5.00	18.00	3.60
9.00	55.00	6.11	2.50		0.00	6.00		0.00
9.00	67.00	7.44	0.00	22.00	0.00	2.00		0.00
3.00	22.00	7.33	3.90		0.00	9.00	38.00	4.22
8.00		0.00	2.90	20.00	6.90	6.90	78.00	11.30
9.00	55.00	6.11	0.70		0.00	5.40		0.00
10.00		0.00	3.00	6.00	2.00	6.30	24.00	3.81
10.00	66.00	6.60	3.20		0.00	3.90		0.00
6.00	64.00	10.67	0.00	25.00	0.00	6.50	35.00	5.38
0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00
0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00
0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00
7.00	43.00	6.14	4.90		0.00	2.00		0.00
9.00	44.00	4.89	2.60		0.00	5.00		0.00
8.00	46.00	5.75	3.00		0.00	3.00	13.00	4.33
11.00	32.00	2.91	7.20	49.00	6.81	7.00	11.00	1.57
11.00	74.00	6.73	2.30		0.00	0.00		0.00
5.00	16.00	3.20	5.60	51.00	9.11	0.00	64.00	0.00
4.00		0.00	5.50		0.00	7.00	56.00	8.00
8.00	34.00	4.25	7.80	33.00	4.23	11.00	62.00	5.64
7.00	49.00	7.00	6.00		0.00	9.00	37.00	4.11
7.00		0.00	3.50	73.00	20.86	8.00	40.00	5.00
6.00	35.00	5.83	3.20	35.00	10.94	8.00	55.00	6.88
165.00	808.00	4.90	98.00	431.00	4.40	149.50	681.00	4.56

2.4.8. Análisis de piezas que sufren más desgaste

2.4.8.1. Sistemas de lubricación en motores de combustión interna (CI).

Toda superficie metálica, por pulimentada que esté, no es completamente lisa y, si frotamos una contra otra sometiéndolas, también a presión, producirá desgaste debido al rozamiento y a la elevación de la temperatura como consecuencia de que las moléculas de cada pieza metálica tienden a soldarse, dando origen a un fenómeno llamado comúnmente “Agarrotamiento o aferramiento”.

La lubricación en el motor tiene por objeto impedir el agarrotamiento y disminuir el trabajo que se pierde por rozamiento. Interponiendo entre las piezas metálicas una película lubricante, las moléculas de aceite se adhieren a ambas superficies, llenando los huecos de las irregularidades, con lo cual, en el movimiento de las piezas, éstas arrastran consigo el aceite adherido a ellas y el rozamiento entre las piezas metálicas es sustituido por el roce de deslizamiento interno del fluido, conocido como Fricción fluida de un lubricante, la cual produce mucho menos fricción y calor entre las piezas metálicas. Si la película de lubricante interpuesta se renueva continuamente, el calor producido con el rozamiento es evacuado con ella.

2.4.8.2. El aceite de motor provee protección de dos maneras distintas:

- ✓ **Lubricación Hidrodinámica:** La lubricación del mismo aceite por sus presiones y viscosidad. Efecto similar cuando pisamos agua y resbalamos.

- ✓ **Lubricación Marginal (también llamado Estática o Límite):** La lubricación en seco que actúa cuando la película de aceite cede en los cojinetes o es eliminada por los anillos al bajar el pistón. Efecto similar cuando pisamos polvo y nos resbalamos.

La lubricación Hidrodinámica es proporcionada por el aceite base utilizado para el aceite lubricante. Los aceites bases vienen de petróleos con años de descomposición en el subsuelo. En su estado natural contiene elementos indeseables para un lubricante (aromáticos nitrógeno, azufre, minerales, sales, resinas, agua, etc.). El mejor aceite base será el que tenga el mínimo posible de azufre, nitrógeno y aromáticos, y el máximo posible de moléculas saturadas.

- ✓ Ciertas regiones del mundo tienen residuos más antiguos y por ende sus productos de petróleo son normalmente más espesos (diesel, asfalto, etc.) Los aceites bases de este origen normalmente pueden producir buenos lubricantes.

- ✓ Otras regiones tienen depósitos de petróleo más jóvenes, generando una buena producción de gas

natural y gasolina. Estas bases son demasiado volátiles y contienen demasiado contaminantes para formular un buen aceite de motor.

2.4.9. Refrigeración del motor

El motor obtiene su potencia por la quema de combustible. Este combustible puede ser Gasolina, Diesel.

Al quemar el combustible, también se produce calor. Este calor se combina con el calor generado por fricción de las piezas en movimiento adentro del motor. Para su buen funcionamiento, la temperatura del motor debería ser entre 80°C y 100°C. Solamente 30% del calor es aprovechado como energía. Todo lo demás del calor generado tiene que ser eliminado. 7% de este calor normalmente se disipa al medio ambiente, 33% pasa directo por el escape, y 30% tiene que ser eliminado por el aceite y el sistema de refrigeración.

Para eliminar este exceso de calor, hay dos sistemas de refrigeración en el vehículo.

- ✓ **Aceite:** El aceite circula por el motor, absorbiendo lo que puede del calor de combustión, fricción y el turbo. El aceite tiene que absorber y disipar calor fácilmente. Esto requiere un buen aceite y superficies libres de material aislante como barniz y lodo en el motor.

✓ **Agua o refrigerante:** Agua es un buen líquido para transmitir calor de un punto a otro. Pero el agua tiene tres problemas:

- Congela a cero grados Celsius.
- Hierve a 100°C a nivel de mar y 84°C en el altiplano boliviano.
- Causa corrosión y herrumbre

2.4.9.1. Sistema de Refrigeración

El agua circula por un sistema separado del sistema de lubricación, pasando por conductos de la culata, el bloque, y el enfriador de aceite para recibir el calor de la combustión y llevarlo a través de la bomba de agua al radiador donde puede pasar este calor al ambiente.

2.4.9.2. El Termostato

El termostato mantiene el agua dentro del bloque hasta que el motor llegue a una temperatura donde pueda funcionar eficientemente, sin mayor desgaste y consumo de combustible. Al llegar a esta temperatura, se abre la válvula del termostato, permitiendo al agua circular por el radiador para enfriarse.

2.4.9.3. Protección contra el Frío

Después de probar muchos productos en los radiadores durante muchos años, se llegó a formular refrigerantes que utilizan Glicol (Etilénglicol o Propilénglicol) que son efectivos para reducir los problemas de congelamiento y ebullición. Todos los anti-congelantes/refrigerantes en el mercado utilizan uno de estos dos glicoles. Normalmente, se recomienda una concentración entre 30% y 60% de Glicol para cubrir las temperaturas frías. Una concentración de 33% provee protección anti-congelante hasta -20°C . Al aumentar la concentración hasta 68% se aumenta la protección. Pasando 68% la temperatura de congelación empieza a subir de nuevo, reduciendo la protección.

2.4.9.4. Aditivos para combatir la corrosión

La corrosión y el herrumbre en el motor se combate con varios aditivos anti-corrosivos.

Tabla XXI: Desventajas de los diferentes aditivos utilizados en los refrigerantes.

Aditivo	Protección / Propósito	Desventaja
Fosfatos (PO ₄)	Acero, hierro, aluminio	Inestable y se desgasta rápido, depósitos (causados por agua dura)
Boratos (BO ₄)	Hierro	Corrosivo al aluminio a altas temperaturas
Nitratos NO ₃	Aluminio (picaduras), soldaduras	Se salen de suspensión y causan escamas
Nitritos NO ₂	Hierro (cavitación)	Se gastan
Silicatos SiO ₃	Aluminio, Hierro, general, alguna neutralización	Se gastan rápido, forman películas y en exceso produce "pasta verde" (gel)
Ácidos Carboxílicos	Aluminio, general, estables, neutralizadores	

2.4.9.5. Los refrigerantes tradicionales

Los refrigerantes tradicionales contienen los primeros 5 aditivos de la lista (Fosfatos, Boratos, Nitratos, Silicatos y Aminas). Estos refrigerantes funcionan hasta un año, evitando congelamiento y corrosión, mientras aumentan el punto de ebullición. Pero, sus aditivos se gastan relativamente rápidos, salen de suspensión y forman depósitos y lodo. Por la formación de una capa protectora en toda la superficie del sistema, reducen la conducción de

calor de las piezas al fluido. Su protección en alta temperatura es reducida y son tóxicos para el medio ambiente.

2.4.9.6. Corrosión electrolítica

En cualquier metal, al trabajarlo, al doblarlo, al ponerlo cerca de otro pedazo de metal, ya sea del mismo metal o diferente (especialmente uno que sea diferente, por ejemplo hierro junto al cobre) ocurre un diferencial de potencial. Podemos decir que ocurre una migración de electrones de un área, del sitio anódico a otra área, el área catódica. En la superficie del metal, que se encuentra en un ambiente donde tenemos agua, oxígeno y otros iones que lo hacen un ambiente electrolítico, ocurre una reacción química donde en el área anódica se desprenden iones del metal oxidado, mientras que en la área catódica, iones positivos se reducen.

2.4.9.7. La protección tradicional

Los aditivos en los refrigerantes de la tecnología tradicional cubren todas las superficies para aislarlas y evitar esta corrosión. Es un sistema efectivo, pero este aislante también reduce la transmisión eficiente de calor.

2.4.9.8. La protección nueva

Los aditivos en los refrigerantes de la nueva generación con Ácidos Carboxílicos, solamente actúan para prevenir corrosión en los lugares susceptibles a la misma. Esto deja la mayoría de la superficie libre de aislantes, proveyendo mayor transferencia térmica. El etilenglicol continúa proveyendo la protección requerida en el frío y el aumento de punto de ebullición.

2.4.9.9. La protección contra el picado (cavitación) de bombas y camisas

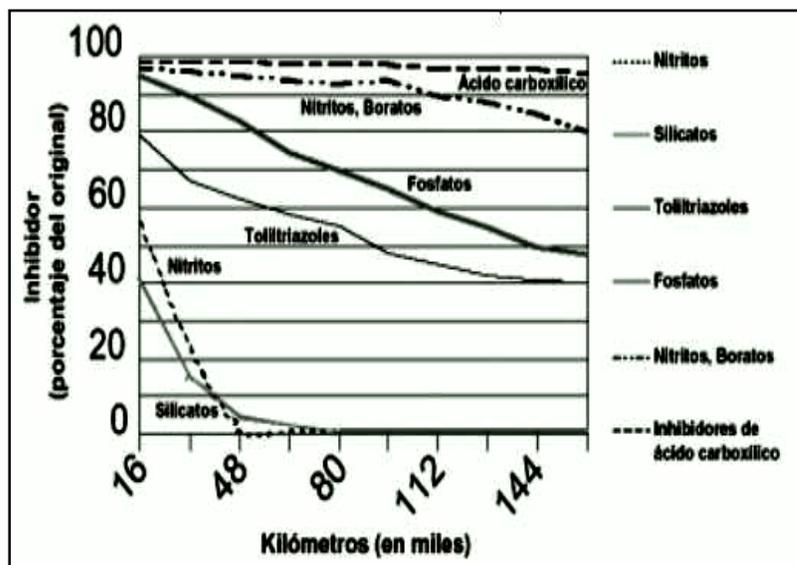
La corrosión en el sistema empieza en los puntos que sufren de cavitación: La bomba de agua donde la ingestión de aire o burbujas por hervir causa cavitación en la entrada de la bomba y la camisa del cilindro en el lado opuesto a lo que recibe la fuerza de combustión. En el proceso normal de combustión existe una pequeña deformación de la camisa cuando el pistón es forzado hacia abajo contra la pared del cilindro y el cigüeñal. Esta pequeña deformación permite la formación de burbujas en el vacío creado en el lado opuesto. La implosión disipa energía sobre la pared del cilindro removiendo la película de óxido. Esto causa la constante reposición de los aditivos en esta parte de la camisa hasta que se agotan. Cuando no hay suficientes aditivos para volver a pegarse a la camisa, continua esta cavitación, erosión y eventualmente la perforación de la camisa y la entrada de agua al motor.

2.4.9.10. La vida útil de los aditivos

Notamos anteriormente que los refrigerantes tradicionales pierden sus aditivos relativamente rápido, quedando sin fuerza. Notamos en esta tabla que los primeros en perder su efecto son los refrigerantes con Silicatos, seguidos por los con Nitratos. Antes de los 40,000 kilómetros los Silicatos y Nitratos se encuentran a menos que 10% de su capacidad inicial.

Los Ácidos Carboxílicos que son la base de los refrigerantes de la nueva generación se mantiene cerca de 100% de su concentración inicial después de 160,000 kilómetros. El Toliltriazol, que forma parte de ambas formulaciones baja relativamente lento, llegando a 40% de su concentración inicial en 160,000 kilómetros.

Tabla No. XXII. Comparación de los diferentes tipos de aditivos.



Las ventajas de la nueva generación de refrigerantes:

- ✓ Mejor desempeño
- ✓ Protección al aluminio contra la corrosión
- ✓ Protección a la corrosión a alta temperatura
- ✓ Mejora en la transferencia de calor
- ✓ Lento desgaste de formulación
- ✓ No necesita adición de aditivos suplementarios
- ✓ Durabilidad de componentes del sistema
- ✓ Protección superior a las camisas
- ✓ Mejoras en la vida de sellos de bombas
- ✓ Evita la cavitación y corrosión en bombas de agua

2.4.10. Análisis de lubricantes en laboratorio

Uno de los servicios que se ofrece es el análisis de aceite usado, clientes puedan poner en práctica un Mantenimiento Proactivo, detectando y conociendo los problemas en sus máquinas y corrigiéndolos antes de que sean serios. Cada muestra es enviada a un laboratorio certificado en los EE.UU. para su cuidadoso análisis. Los resultados son entregados por e-mail o personalmente y colocado en el Internet para que las personas autorizadas puedan tener acceso directo. Es solamente con un análisis de aceite que se puede garantizar un intervalo extendido entre cambios o programar un mantenimiento eficiente.

2.4.11. Evaluación de tiempo en realización de servicios de mantenimiento

Los servicios de mantenimiento que se realizan cada 250 horas se realizan en un tiempo promedio de una hora, gracias a que se los materiales a utilizar son trasladados en el camión de engrase y este puede llegar hasta el lugar en donde trabaja la maquinaria. Los servicios de mil horas se realizan en un tiempo promedio de tres horas. Los servicios de dos mil horas se realizan en un tiempo aproximado de cinco horas.

2.4.12. Análisis de condiciones en las que opera la maquinaria

2.4.12.1. Condiciones climáticas:

En Jalapa, el clima es semicálido húmedo hacia el oeste y semiseco hacia el este. Las precipitaciones anuales mínimas son de 250 mm, en los meses de marzo y abril, la época lluviosa en el departamento se presenta en los meses de mayo a octubre, con rangos de 600 a 1,100 mm. La temperatura promedio anual es de 18°C a 20°C, con una máxima de 30°C a 35°C y mínimos de 6°C a 10°C, con una humedad relativa de 75 por ciento a 80 por ciento promedio.

2.4.12.2. Fisiografía:

El terreno es montañoso y sus alturas varían entre 2,800 metros sobre el nivel del mar en la montaña Santa

Maria Xalapán, a 800 metros sobre el nivel del mar en San Luís Jilotepeque. Por el sur del departamento penetra el ramal de la Sierra Madre, el cual toma diversos nombres locales según montañas.

También están los siguientes volcanes: Jumay y Cerro Mojón en el municipio de Jalapa. El volcán Monterrico entre los municipios de San Pedro Pinula y San Manuel Chaparrón; El volcán de Alzatate en San Carlos Alzatate y el cerro de la Lagunilla en San Luís Jilotepeque.

2.4.12.3. Hidrografía:

Más de la mitad del área de Jalapa forma parte del valle de drenaje del río Motagua, que desemboca en el océano atlántico y la parte sur desagua en el océano pacífico a través de varios ríos pequeños.

El departamento de Jalapa cuenta con 10 ríos, 25 riachuelos y 165 quebradas.

En el municipio de Jalapa se encuentran río Grande o Guastatoya, Río Jalapa, Río Frío, Río Blanco y Orchoj. En Mataquescuintla se encuentra el Río Aguacate y Agua caliente; En San Pedro Pinula los riachuelos San pedro, El Zapote y Río Blanco. En San Luís Jilotepeque, Songotongo, Río Blanco y El Río Paterno; en San Manuel Chaparrón El Río Chaparrón. En Monjas se encuentra el Río Guirila y en San Carlos Alzatate, Caña Brava, Zapatón, El Molino y

Salitre Monjas. Asimismo, se encuentran la Laguna Escondida en Mataquescuintla y La Laguna del Hoyo en Monjas.

3. DISEÑO DE PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE TRACTORES SOBRE ORUGAS CATERPILLAR

3.1. Procedimientos de mantenimientos

3.1.1. Programa de mantenimiento preventivo propuesto.

El programa de mantenimiento preventivo que se aplicará a los diferentes tractores que se utilizan en la empresa se dará al encargado del mantenimiento junto a un manual de operaciones con las diferentes actividades que se le tendrán que realizar: visitas, inspecciones, revisiones, pruebas, ajustes, rutinas, lubricación y reconstrucciones a intervalos de tiempo determinado, los cuales son:

- ✓ Cuando sea requerido
- ✓ Mantenimiento preventivo cada 10 horas
- ✓ Mantenimiento preventivo cada 100 horas
- ✓ Mantenimiento preventivo cada 200 horas
- ✓ Mantenimiento preventivo cada 500 horas
- ✓ Mantenimiento preventivo cada 1,000 horas
- ✓ Mantenimiento preventivo cada 2,000 horas.

3.1.1.1. Cuando sea requerido

- ✓ Sistema de combustible, cambiar el filtro de diesel, (se cambia el filtro de diesel antes del servicio debido a que el diesel trae mucha suciedad y los filtros tienden a taparse antes de llegar al servicio correspondiente).

- ✓ Filtro de aire de cabina (si esta equipado con aire acondicionado)
- ✓ Limpiar filtro de aire
- ✓ Panel de fusibles, reemplazar fusibles.

3.1.1.2. Servicio de mantenimiento preventivo cada diez 10 horas o antes de inician labores diarias.

- ✓ Revisar el nivel de aceite de motor y rellenar si es necesario
- ✓ Revisar el nivel de refrigerante del motor y rellenar si es necesario.
- ✓ Revisar el nivel del depósito de combustible y rellenar si es necesario.
- ✓ Drenar agua, si se puede, del filtro de combustible.
- ✓ Limpiar el filtro de aire (primario y secundario) y prefiltro sopleteando con aire a presión.
- ✓ Limpiar el radiador sopleteando con aire a presión.
- ✓ Revisar color y cantidad de gases de escape.
- ✓ Revisar el nivel del depósito de aceite hidráulico y rellenar si es necesario.
- ✓ Revisar alineamiento, fugas, desgaste, daños o rajaduras en los cilindros hidráulicos.
- ✓ Revisar el nivel del aceite de la transmisión o tren de fuerza y rellenar si es necesario.
- ✓ Revisar fugas de aceite, refrigerante y combustible alrededor de la máquina.

- ✓ Revisar mangueras rotas y/o flojas alrededor de la máquina.
- ✓ Verificar el correcto funcionamiento de manómetros e indicadores en el tablero.

3.1.1.3. Servicio de mantenimiento preventivo cada 100 horas

- ✓ Revisar el nivel del aceite en los mandos finales o cavillas y rellenar sí es necesario.
- ✓ Revisar el nivel del aceite en el diferencial o corona y rellenar sí es necesario.
- ✓ Revisar el sistema de rodaje por tornillería desajustada o pérdida.
- ✓ Inspeccionar los eslabones completos por uniones secas, calientes, rajadas, dañadas y desgastadas.
- ✓ Revisar el nivel del electrólito de las baterías y rellenar, sí es necesario.
- ✓ Comprobar y apretar las terminales y abrazaderas de la o las baterías.
- ✓ Drenar agua del depósito de combustible.
- ✓ Engrasar el enganche tripuntual.
- ✓ Engrasar el bastidor de la cuchilla.
- ✓ Engrasar 1 ó 2 graseras del soporte inferior del cilindro de la cuchilla.
- ✓ Engrasar los cilindros de levante y soportes de cojinetes de la cuchilla.

3.1.1.4. Servicio de mantenimiento preventivo cada 200 horas

- ✓ Tomar muestra del aceite de motor (S.O.S.)
- ✓ Cambiar el aceite y filtro de motor.
- ✓ Cambiar el filtro secundario de combustible.
- ✓ Cambiar el filtro de aire cuando se requiera primario y secundario
- ✓ Revisar la densidad del ácido de las baterías y la carga del alternador.
- ✓ Inspeccionar si hay desgaste o fugas fajas poleas y mangueras, sepa de ventilador y núcleo del radiador y apretar todas as abrazaderas.
- ✓ Revisar condición y ajuste de las fajas del ventilador y alternador.
- ✓ Inspección de falta de tornillería y apriete en el sistema de admisión y escape.
- ✓ Engrasar grasera del ventilador y ajustar el cojinete de la polea.
- ✓ Engrasar graseras de los cojinetes inferiores del chasis de rodaje
- ✓ Engrasar cruces del eje cardan.

3.1.1.5. Servicio de mantenimiento preventivo cada 500 horas.

- ✓ Tomar muestras del aceite de la transmisión o tren de fuerza (S.O.S.)
- ✓ Cambiar el aceite y filtro de la transmisión o tren de fuerza.

- ✓ Abrir el filtro de la transmisión o tren de fuerza cortando por la parte superior para inspeccionar si está sucio.
- ✓ Cambiar aceite a los mandos finales o cavillas.
- ✓ Cambiar el filtro primario de combustible o colador.
- ✓ Lavar el tapón y colador del depósito de combustible con solvente no inflamable.
- ✓ Cambiar el filtro del sistema hidráulico.
- ✓ Abrir el filtro del sistema hidráulico cortando por la parte superior para inspeccionar si están sucios.
- ✓ Inspeccionar cuchilla por rajaduras, desgaste y daños.
- ✓ Inspeccionar los brazos de levante, soportes y cojinetes de la cuchilla por daños, rajaduras, desgaste y desajuste.
- ✓ Inspeccionar la estructura de los implementos por daños, desgaste, rajaduras y desajuste.
- ✓ Revisar el cojinete de la barra estabilizadora.
- ✓ Revisar en el manómetro del tablero la presión del aceite de motor.
- ✓ Revisar en el indicador del tablero las revoluciones del motor.
- ✓ Lavar el respiradero del motor con un solvente no inflamable.
- ✓ Comprobar la concentración de acondicionar del refrigerante y rellenar si es necesario.

3.1.1.6. Servicio de mantenimiento preventivo cada 1,000 horas.

- ✓ Tomar muestra del aceite del sistema hidráulico (S.O.S.)
- ✓ Cambiar el aceite del sistema hidráulico.
- ✓ Limpiar el tapón y colador del depósito del aceite hidráulico.
- ✓ Revisar la presión de la válvula de alivio del sistema hidráulico y ciclos del tiempo.
- ✓ Revisar presión de la bomba de transmisión en alta y baja.
- ✓ Revisar flujo de aire al radiador.
- ✓ Calibrar juego de válvulas.
- ✓ Comprobar si hay fugas en los sistemas de admisión y escape.
- ✓ Revisar que los tornillos del soporte del motor estén ajustados.
- ✓ Revisar el damper o amortiguador del cigüeñal del motor.
- ✓ Revisar el sistema de arranque y carga.
- ✓ Revisar el sistema eléctrico: luces, bornes, baterías, fusible, cables etc.

3.1.1.7. Servicio de mantenimiento preventivo cada 2,000 horas.

- ✓ Revisar operación y presión de la dirección y frenos.
- ✓ Revisar válvula de alivio del radiador.
- ✓ Vaciar, enjuagar y rellenar el sistema de refrigerante.
- ✓ Cambiar el termostato.

- ✓ Probar y regular inyectores.
- ✓ Reacondicionar el alternador y el motor de arranque: carbones, escobillar, cojinetes etc.
- ✓ Limpiar el enfriador de aceite del motor.
- ✓ Drenar y lavar el tanque de combustible,
- ✓ Drenar y lavar el depósito del aceite hidráulico.

DOCENCIA EN SIGMA CONSTRUCTORES

Después de los estudios realizados en los talleres de Sigma Constructores, se les hace conciencia a los mecánicos, ayudantes de mecánicos, operadores y en general a todas las personas que tienen de alguna manera algún tipo contacto con la maquinaria, por lo consiguiente, se hizo un análisis de la importancia que tiene el poder realizar en su debido tiempo los mantenimientos establecidos en el programa de mantenimiento para cada una de la maquinaria con la que cuenta la empresa.

Cada persona encargada de tomar los datos del horómetro de cada maquinaria está en la obligación de trasladar la información al encargado de la maquinaria para que este chequee en el programa cuántas horas le restan a dicha unidad para realizar el siguiente servicio.

La capacitación se puede transmitir a los mecánicos y personal en general a través de:

- ✓ Inducción Inicial
- ✓ Conferencias
- ✓ Medios escritos y digitales
- ✓ Adiestramiento de programas
- ✓ Incorporar a los mecánicos a continuar con el programa de mantenimiento

CONCLUSIONES

1. De acuerdo a la investigación realizada en la Sigma Constructores, se estableció la necesidad contar con un manual de mantenimiento preventivo para tractores sobre orugas Caterpillar, debido a que no se tiene ningún manual que garantice la eficiencia mecánica de las máquinas y con ello producciones eficientes.
2. Se estableció que no tenían formatos para llevar un control sobre las órdenes de trabajo, órdenes de mantenimiento preventivo y correctivo, calendarización y otros formatos, con los cuales fueron creados para llevar controles estadísticos, historiales, con base a ellos, poder determinar de una mejor manera los cambios necesarios.
3. No se conoce las diferentes situaciones a que está propenso la maquinaria, por falta de mantenimiento y control del personal, a efecto de velar por las actividades de mantenimiento con relación a la maquinaria. Al no llevar controles no se puede llevar con exactitud cuándo realizar los servicios de mantenimiento.
4. La depreciación de la maquinaria por cierto desgaste mecánico produce pérdidas económicas a la empresa, así como el paro de la misma, por falta de un plan de mantenimiento.

RECOMENDACIONES

1. Se sugiere a la empresa Sigma Constructores, S.A., implementar un programa de mantenimiento preventivo para los tractores sobre orugas Caterpillar, ya que con el mismo se reducirán los paros correctivos, al contar con un historial por máquina.
2. Crear un plan de mantenimiento correctivo, analizando las fallas para evitar el paro repentino, utilizando técnicas tales como: visuales, ultrasónicas, de temperatura, de vibraciones, electromagnéticas de radiaciones, mismas que deberán ser utilizadas para la implementación del mantenimiento predictivo.
3. Por medio de un programa informático se obtendrán formatos que servirán de herramientas de medición de la eficiencia del programa de mantenimiento, con las cuales se podrán realizar mejoras, graficar los datos y ver de forma visual la tendencia de fallas de los equipos.
4. Revisar y llevar control de horómetro para determinar los tiempos adecuados de servicios mínimos del motor.

BIBLIOGRAFÍA

1. Camacho, Gilberto. **Introducción al proceso del PET**. México: Editorial Artega Specialties, 1999.
2. Dounce Villanueva, Enrique. **La productividad en el mantenimiento industrial**. México: Editorial CECSA, 2001.
3. Duffuaa, Salih O. **Sistemas de mantenimiento, planeación y control**. Estados Unidos: Editorial Limusa Willey, S.A., 2004.
4. Imai, Massaki. **Kaisen, la clave de la ventaja competitiva japonesa**. México: Editorial CECSA, 1,998.
5. Imai, Massaki. **Como implementar kaizen en sitio de trabajo**. México: Editorial McGraw Hill, 1998.
6. Kosa. **“Que es y cómo se fabrica el PET”**, Boletín técnico. (s.l.) (6): 1.1999
7. **Manual de instrucciones para máquinas de moldeo por inyección soplado/estirado**. Auki technical laboratory. México: 1999.
8. **Sol 5`S interactivo**. Guatemala: INTECAP, 2003.