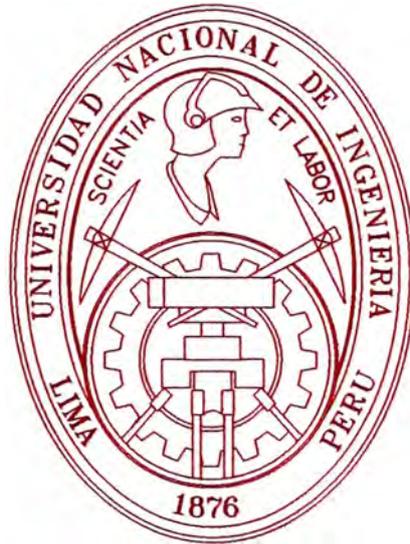


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**



**MEJORAMIENTO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN  
MAQUINARIA PESADA DEL PROYECTO CALCA-QUEBRADA-  
CHAHUARES-KITENI. CUSCO**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO MECANICO**

**JHONNY DOMINGO OLAZA CHACON**

**PROMOCION 1997-II**

**LIMA-PERU**

**-2005-**

## *Dedicatoria*

*Va todo mi agradecimiento a  
Mi madre que me apoyó en la  
Culminación de mi carrera.  
A mi esposa, mis hijos Jhonny y André,  
Finalmente a mi padre, todas mis hermanas  
y hermano.*

*“El mantenimiento es una función dinámica que cambia con el tiempo”*

## TABLA DE CONTENIDO

PROLOGO	1
<b>CAPITULO I</b>	
<b>1.0 INTRODUCCIÓN</b>	<b>3</b>
1.1. Generalidades	3
1.2. Objetivos	3
1.3. Descripción de la organización	4
<b>CAPITULO II</b>	
<b>2.0 CONCEPTOS GENERALES DE MANTENIMIENTO</b>	<b>5</b>
2.1 Definición de mantenimiento	5
2.2 Objetivo del mantenimiento	5
2.3 Evolución de los tipos de mantenimiento	7
2.4 Paradigmas del mantenimiento	8
2.5 Tipos de mantenimiento	9
2.5.1 Mantenimiento correctivo	9
2.5.2 Mantenimiento preventivo	9
2.5.3 Mantenimiento predictivo	13
2.5.4 Mantenimiento proactivo	18
2.5.5 Mantenimiento productivo total (TPM)	19
2.6 Auditoria de la lubricación	20
2.7 Análisis de aceite utilizado como una herramienta del mantenimiento Preventivo	21

**CAPITULO III**

<b>3.0 SITUACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>	<b>25</b>
3.1 Situación del mantenimiento preventivo en el proyecto (Calca-Quebrada-Chahuares-Kiteni)	25
3.2 Alternativas de solución para mejorar el mantenimiento preventivo	27
3.3 Auditoria del proceso de lubricación	28

**CAPITULO IV**

<b>4.0 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>	<b>31</b>
4.1 Selección de máquinas a ser incorporados al plan de mantenimiento preventivo(M.P)	31
4.1.1 Identificación de las máquinas	31
4.1.2 Nivel de criticidad	33
4.1.3 Vida útil	35
4.1.4 Depreciación	35
4.2 Estado de las máquinas y estándares del mantenimiento preventivo	41
4.2.1 Condición de las máquinas	41
4.3 Parte de las máquinas a ser incorporados en el mantenimiento preventivo(M.P.)	44
4.3.1 Convalidación con el manual técnico del fabricante respecto a los servicios y periodos del mantenimiento preventivo.	45
4.3.1.1 Mantenimiento periódico	45

### III

4.3.1.2	Servicios del mantimientto periódico	48
4.3.1.3	Intervención en el mantenimiento especializado (M.E.)	57
4.4	Procedimiento a seguir para el diagnóstico de fallas en equipos y su acción correctiva	59
4.5	Formatos utilizados para el control del mantenimiento	64

## CAPITULO V

### 5.0 HERRAMIENTAS DE CALIDAD EN LA GESTION

#### DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CALCULO

#### DE DISPONIBILIDAD

73

5.1	Herramientas de calidad empleadas en la gestión de mantenimiento Preventivo	73
5.2	Aplicación de estas herramientas en la unidad camión volquete registro 2423	74
5.2.1	Uso del análisis de causa-efecto en el caso “filtro de petróleo obstruido” para ubicar las causas que originan esta falla.	83
5.2.2	Pérdidas ocasionadas por la paralización del volquete registro debido a la obstrucción del filtro de petróleo.	85
5.2.3	Solución para mejorar el mantenimiento preventivo (caso camión volquete registro 2423)	88
5.3	Indicador de gestión de mantenimiento	89
5.3.1	Disponibilidad	89
5.4	Caso confiabilidad (MCC)	94

**CAPITULO VI**

<b>6.0 COSTOS</b>	<b>101</b>
6.1 Costo de combustible (a)	102
6.2 Costo de lubricantes, filtros y grasa (b)	102
6.3 Costo de neumáticos ó tren de rodaje (c)	102
6.4 Costo de elementos especiales de desgaste (d)	102
6.5 Costo de salario de operador / chofer (e)	103
6.6 Costo varios (f)	103
6.7 Cálculo del costo de operación / hora (COH)	103
6.8 Construcción de cuadros y gráficos estadísticos anuales y mensuales	104
6.9 Consumo específico de combustible de las unidades	109
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>114</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>116</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>118</b>

## PROLOGO

El Informe de Suficiencia para optar el título profesional esta desarrollado para mejorar el mantenimiento preventivo de maquinaria pesada del Proyecto de Carretera Calca-Quebrada-Chahuares-Kiteni. Proyectos de carretera similares ubicados en el país tienen la misma problemática debido a que la mayoría no cuenta con una buena organización para programar y/o distribuir los trabajos de mantenimiento preventivo o de reparaciones y en muchos casos se improvisa la realización del mantenimiento, de reparaciones, provocando tiempos improductivos y paradas intempestivas de las máquinas.

A continuación se describe en forma breve los capítulos que comprende el trabajo.

En el *capítulo 1* se hace una introducción donde se describe el porque de la existencia del Proyecto, asimismo cual es el objetivo que se quiere conseguir y una breve descripción de la organización (Proyecto).

En el *capítulo 2* desarrollamos conceptos generales de mantenimiento, definición, objetivo, evolución en el tiempo del mantenimiento, paradigmas del mantenimiento, para pasar a conceptos de tipos de mantenimiento: correctivo, preventivo, predictivo,

proactivo y TPM; teorías que algunas de ellas aplicamos en este Informe de Ingeniería.

El *capítulo 3* enfocamos la situación actual del mantenimiento preventivo en el Proyecto Calca-Quebrada-Chahuares-Kiteni (Cusco), alternativas de solución, auditoria de la lubricación y sus debilidades.

El *capítulo 4* desarrollamos la implementación del mantenimiento preventivo utilizando algunos conceptos aprendidos en cursos de actualización. Identificación de las máquinas, nivel de criticidad, estado de las máquinas, procedimientos para el diagnóstico de fallas en los equipos.

El *capítulo 5* en este capítulo desarrollamos formas de aplicar las herramientas de calidad en la gestión de mantenimiento preventivo, tratando de localizar las fallas y lograr identificar las causas que las originan. Así mismo calculamos la disponibilidad como una forma de evaluar el mejoramiento del mantenimiento de las maquinas en el año 1999-2000, para varios casos específicamente el caso de la unidad camión volquete reg. 2423 y hacemos uso del mantenimiento centrado en la confiabilidad (MCC) con la unidad cargador frontal reg. 1050.

El *capítulo 6*, se desarrolla los costos de operación, mantenimiento, reparación y consumos específicos de combustible, utilizando tabla de datos y gráficos estadísticos.

Finalmente las conclusiones y recomendaciones del informe de ingeniería realizado.

# **CAPITULO I**

## **INTRODUCCION**

### **1.1 GENERALIDADES**

El Proyecto Calca-Quebrada-Chahuares-Kiteni (Cusco) tiene como función mantener transitable la carretera para ayudar a un mejor intercambio comercial entre las poblaciones, asimismo concretar la integración territorial y socio-económica entre estas poblaciones de la Región Cusco.

Los trabajos que se desarrollan para la conservación de las carreteras son: afirmado, desencalaminado y limpieza de cunetas.

### **1.2 OBJETIVO**

El objetivo que nos llevó a desarrollar este informe es mejorar el mantenimiento preventivo de maquinaria pesada del Proyecto Calca-Quebrada Chahuares-Kiteni (Cusco). Al mejorar este programa de mantenimiento preventivo lo que se quiere conseguir es incrementar la disponibilidad de la maquinaria en base a la reducción de las averías. Estas nos indican que hay medidas ineficaces de prevención de fallas y que se

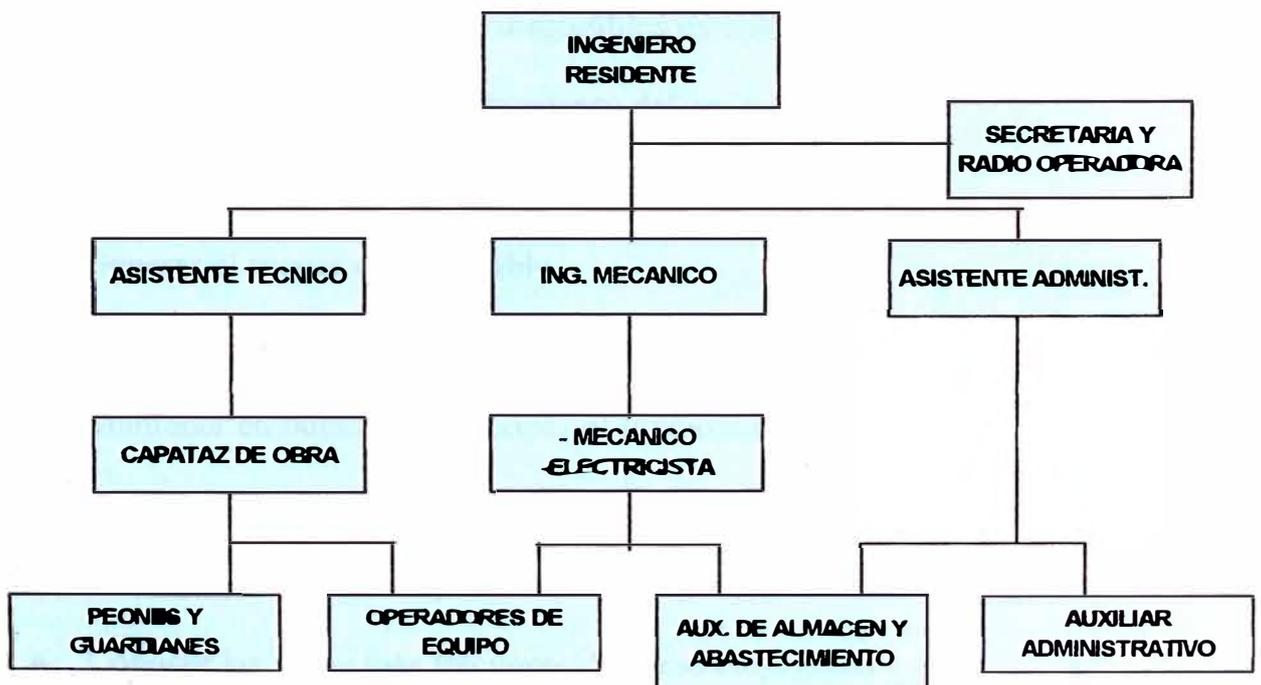
deben corregir en el lapso del tiempo. También se trata de alargar la vida útil de las maquinarias y reducir las reparaciones. Aplicamos herramientas de calidad (diagrama causa-efecto, Pareto, tabla de datos), indicador de gestión (disponibilidad) del mantenimiento para un mejor control del programa de mantenimiento preventivo.

### 1.3 DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN

La jefatura del proyecto está a cargo del residente quién cumple prácticamente una labor gerencial teniendo como asistentes técnicos, un ingeniero civil, un administrador y un ingeniero mecánico.

Como vemos en el organigrama el ingeniero mecánico tiene a su cargo el siguiente personal: un mecánico, operadores, chóferes, el auxiliar de almacén y abastecimientos (ver organigrama).

#### ORGANIGRAMA FUNCIONAL DEL PROYECTO DE CARRETERAS



## **CAPITULO II**

### **CONCEPTOS GENERALES DE MANTENIMIENTO**

#### **2.1 DEFINICIÓN DE MANTENIMIENTO**

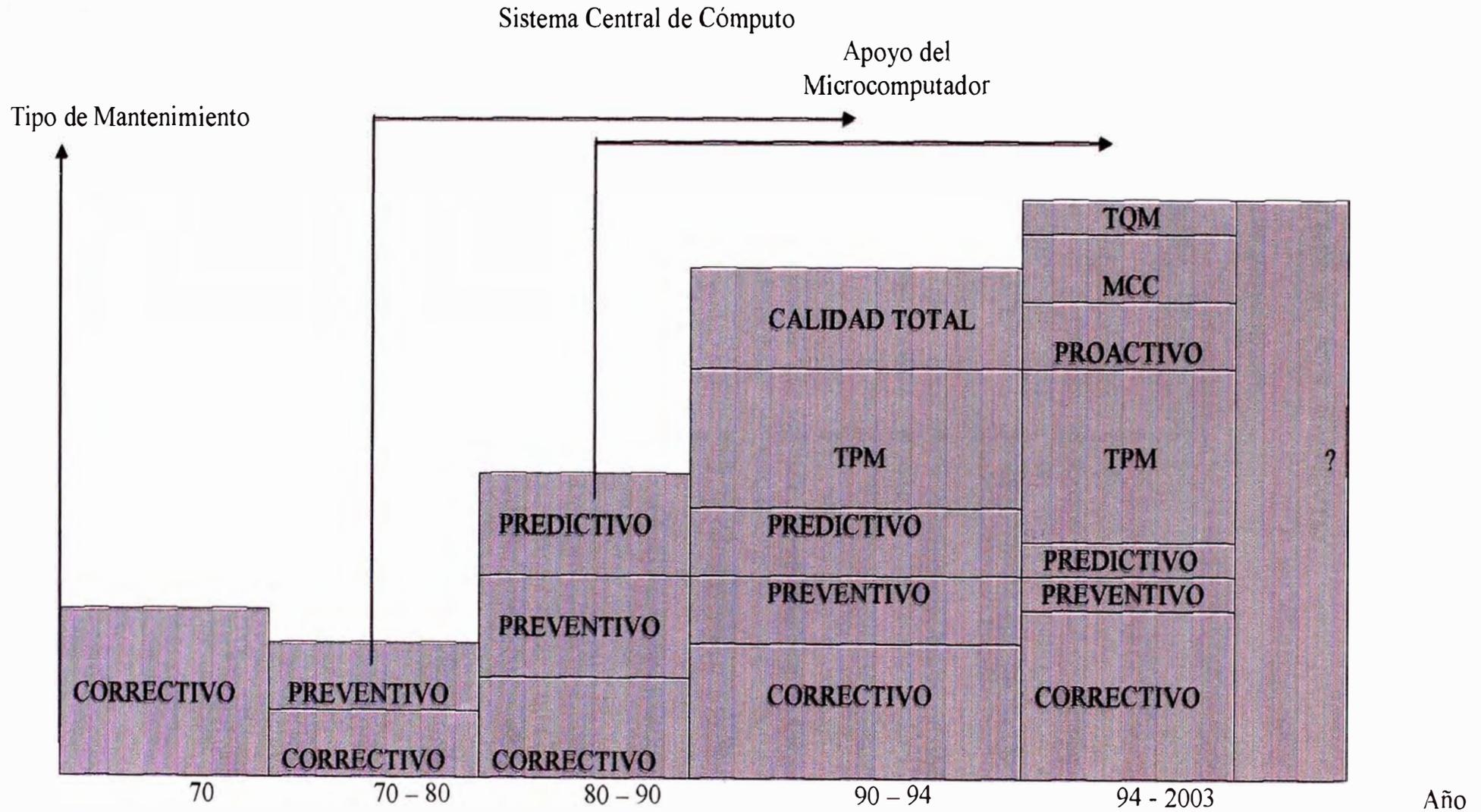
Es el conjunto de acciones que se realizan para garantizar principalmente la disponibilidad y seguridad en los equipos.

#### **2.2 OBJETIVO DEL MANTENIMIENTO**

- **Garantizar la disponibilidad y confiabilidad planeadas para las unidades**
- **Tener vehículos confiables disponibles en cualquier momento**
- **Lograr el máximo aprovechamiento del equipo**
- **Lograr su óptimo funcionamiento**
- **Generar el menor costo posible**
- **Reducir el índice de accidentes por falla mecánica**
- **Mantener en buenas condiciones el funcionamiento de la unidad**
- **Incrementar la vida útil sin olvidar aspectos de seguridad**
- **Aumentar la seguridad y eficiencia del vehículo**
- **Conocer las fallas más frecuentes y como corregirlas**

- Programar actividades de mantenimiento
- Llevar un registro de las operaciones de mantenimiento
- Analizar el costo de las reparaciones
- Elaborar check list del vehículo
- Reducir los tiempos muertos para la reparación.

## 2.3 EVOLUCION DE LOS TIPOS DE MANTENIMIENTO



## 2.4 PARADIGMAS DEL MANTENIMIENTO

### Antiguos y nuevos paradigmas

	ANTIGUO	NUEVO
1	El principal objetivo del <b>mantenimiento</b> es optimizar la disponibilidad de los equipos al mínimo costo	El <b>mantenimiento</b> afecta todos los aspectos del negocio y no solo disponibilidad y costos, afecta también a la seguridad, la integridad ambiental, la eficiencia energética y calidad de productos
2	El <b>mantenimiento</b> tiene que ver con preservar los activos físicos	El <b>mantenimiento</b> tiene que ver con preservar las funciones de los activos físicos
3	La mayoría de los equipos tiende a fallar más en la medida que se ponen viejos	La mayoría de las fallas no ocurren con mayor frecuencia, en la medida que los equipos son más viejos
4	El <b>mantenimiento proactivo</b> tiene que ver con prevenir fallas	El <b>mantenimiento proactivo</b> tiene que ver con evitar, eliminar o minimizar las consecuencias
5	Para la mayoría de los activos físicos se pueden desarrollar programas de <b>mantenimiento</b> genéricos	Los programas de <b>mantenimiento</b> genéricos son solamente aplicables en equipos con igual contexto operativo, funciones y estándares de rendimientos
6	Casi siempre es necesario tomar decisiones en el entorno de <b>mantenimiento</b> , con información de tasas de fallas inadecuadas	Se debe tener disponibilidad de información de fallas antes de desarrollar estrategias de <b>mantenimiento</b> exitosas
7	Se puede eliminar la posibilidad de fallas proporcionando protección adecuada	Como las protecciones también pueden fallar, el riesgo asociado a los Sistemas de protección, también debe ser administrado
8	Hay tres tipos de <b>mantenimiento</b> : productivo, preventivo y correctivo	Existen cuatro tipos de <b>mantenimiento</b> : Correctivo, preventivo, predictivo, y <b>proactivo</b>
9	La frecuencia de actividades de <b>mantenimiento</b> predictivo deben programarse de	Las frecuencias de las actividades de <b>mantenimiento</b> predictivo deben basarse en los períodos de desarrollo

	acuerdo a la frecuencia de falla y/o a la criticidad del componente	de las fallas (intervalos de falla )
10	Las políticas de <b>mantenimiento</b> deben ser definidas por gerentes y los programas de <b>mantenimiento</b> estructurados por especialistas calificados	Las políticas de <b>mantenimiento</b> deben ser formuladas por las personas con la mayor cercanía a los activos a mantener. La administración debe proveer las herramientas para ayudar a estos a tomar las decisiones correctas y asegurar que las decisiones sean razonables y defendibles
11	El departamento de <b>mantenimiento</b> puede desarrollar por sí solo un programa de <b>mantenimiento</b> exitoso	Solamente los mantenedores, en forma conjunta con los operadores de los activos, pueden desarrollar un plan de <b>mantenimiento</b> exitoso y duradero

## 2.5 TIPOS DE MANTENIMIENTO

### 2.5.1 Mantenimiento correctivo

Es aquel que se interviene el equipo cuando es evidente o ya ocurrió la falla, ocasionando retraso en los servicios, tiempos muertos y pérdidas en la empresa.

### 2.5.2 Mantenimiento preventivo

Es un conjunto de acciones planificadas que se realizan en periodos establecidos sobre el requerimiento, teniendo un programa de actividades ha realizar como cambio de repuestos, ajustes e inspecciones, buscando mejorar la confiabilidad y calidad de producción.

**Ventajas de mantenimiento preventivo:**

- 1.- Disminución de paradas imprevistas.
- 2.- Mejora en la conservación de los equipos.
- 3.- Reducción de horas extras del personal de mantenimiento.
- 4.- Menos productos rechazados o desperdicios.
- 5.- Determinación de equipos con alto costo de mantenimiento.
- 6.- Disminución de reparaciones grandes.
- 7.- Mejoras en las condiciones de seguridad
- 8.- Costo de mantenimiento preventivo menores que el correctivo.

**Tipos de mantenimiento preventivo:**

a) **Mantenimiento preventivo basado en condiciones** : Este mantenimiento basado en condiciones se pone en marcha en función de las condiciones reales del equipo en vez del transcurrir de un determinado lapso de tiempo o frecuencia.

b) **Mantenimiento periódico**: Se divide en dos, mantenimiento rutinario y mantenimiento especializado.

• ***Mantenimiento rutinario***

Son tareas simples y repetitivas que se realiza en forma sistemática, siendo, estas: limpieza, ajustes, lubricación y inspección.

• ***Mantenimiento especializado***

Se requiere de servicios planificados, servicios periódicos, inspección periódica, chequeo periódico. Además son actividades que requiere planificar recursos.

Reparación parcial del equipo

- Reemplazo de piezas y componentes
- Empleo de diversas herramientas
- Mayor destreza y habilidad del personal
- El tiempo y recurso utilizado son mayores.

**Información a tener en cuenta en el mantenimiento preventivo:**

**a) Inventario/ Codificación/ Ficha técnica/ Historial**

- *Inventario*: tener registrado la cantidad de equipos.
- *Codificación*: registro del equipo mediante un código alfanumérico.
- *Ficha técnica*: es un formato de identificación de las características y datos más importantes de los equipos y sus componentes.
- *Historial*: Todo lo sucedido desde el inicio de su vida útil.

**b) Clasificación del equipamiento**

La criticidad nos permite clasificar el equipamiento de acuerdo a su importancia dentro del trabajo a desarrollar.

*Criticidad A*: absolutamente necesario para garantizar la continuidad de desarrollo de la obra.

*Criticidad B*: necesarios para continuar desarrollando la obra pero puede ser parcial o totalmente reemplazado.

*Criticidad C*: no esenciales para el desarrollo de la obra fácilmente reemplazable.

**c) Estado de las maquinarias y estándares del mantenimiento preventivo**

Para aplicar un programa de mantenimiento preventivo debemos conocer las condiciones de las maquinarias usando instrumentos o inspección visual.

Los estándares del Mantenimiento Preventivo lo obtendremos mediante la información que suministra:

- Los fabricantes de equipos
- Experiencia del personal de mantenimiento y operadores
- Historial de los equipos.

Dentro de los estándares se tiene las siguientes tareas básicas:

- Limpieza
- Lubricación
- Inspección
- Ajuste/ calibración
- Cambios de algunos repuestos

**d) Metodología para implementar un sistema de mantenimiento preventivo**

- 1.- Difusión de la filosofía y ventajas del mantenimiento preventivo.
- 2.- Inventario y codificación de equipos.
- 3.- Determinación del estado del equipamiento.
- 4.- Clasificación de los equipos de acuerdo a su importancia.
- 5.- Elaborar estándares de trabajo.
- 6.- Implementación de las órdenes de trabajo
- 7.- Establecer rutas y frecuencias del mantenimiento preventivo.
- 8.- Historial de los equipos
- 9.- Informes del mantenimiento preventivo.
- 10.-Plantear una organización adecuada para la planificación y control del mantenimiento preventivo.

11.-Compromiso de la alta dirección para asignar los recursos necesarios.

**e) Entrenamiento y capacitación del personal**

- Lubricación.
- Inspección y montajes de partes de los equipos: retenes, filtros, fajas.
- Selección de materiales.
- Reporte del trabajo ejecutado.

**f) Organización del área de mantenimiento preventivo**

Esto depende de las políticas de la alta dirección sobre mantenimiento, así como la estrategia a seguir por la jefatura de mantenimiento:

- 1.- Crear un área que se dedique exclusivamente al mantenimiento preventivo.
- 2.- Todos realizan tareas del mantenimiento preventivo.

La cantidad del personal para el mantenimiento preventivo está en función de la cantidad de equipos, tecnología, estado del equipamiento.

**2.5.3 Mantenimiento predictivo**

(También conocido como monitoreo de condición)

Consiste en el monitoreo regular de los equipos mediante instrumentos controlando esencialmente su estado de funcionamiento, se interviene para la reparación del equipo cuando es absolutamente necesario.

### **Ventajas de mantenimiento predictivo:**

- 1.- Se logra máxima vida útil de los componentes de una máquina o equipo.
- 2.- Incluye las ventajas del mantenimiento preventivo.
- 3.- Elimina pérdidas de producción.
- 4.- Elimina la necesidad de una inspección periódica programada para el equipo.
- 5.- Reduce las horas extras de mantenimiento.
- 6.- Encuentra serios problemas.
- 7.- Reduce las paradas imprevistas.
- 8.- Se reconoce con precisión cuando y que debe ser cambiado en la máquina.
- 9.- Aumenta la confiabilidad y disponibilidad de las máquinas.

### **Resultados de costos de mantenimiento predictivo**

Los costos de mantenimiento involucran los siguientes rubros:

- Personal
- Repuestos, materiales e insumos
- Servicios de terceros
- Adquisición de maquinarias y equipos para mantenimiento.

### **Descripción de las técnicas predictivas**

#### **1.- Análisis vibracional**

La regla de oro de la técnica predictiva es que todo el problema mecánico tiene características propias de vibración y el incremento de su amplitud indica un desmejoramiento de la máquina.

Mediante el análisis del espectro de la vibración se puede determinar los siguientes problemas:

Desequilibrio, desalineamiento, cojinetes defectuosos, soltura mecánica, fajas motrices averiadas, engranajes defectuosos, problemas eléctricos, etc.

La intervención a una máquina depende del nivel global de vibración, debiendo sobrepasar los niveles referenciales establecidos para tomar acción correctiva.

- **Parámetros principales de vibración**

La captación del movimiento vibratorio consiste en la transferencia de la señal mecánica en una señal eléctrica, las características de la señal que pueden captar directamente son: desplazamiento, velocidad, aceleración, frecuencia, ángulo de fase.

## **2.- Ferrografía**

Es una técnica que se basa en el análisis de partículas de desgaste, tiene, un rango de detección de partículas de 0.1-500 micrones.

El control de la lubricación es importante, sobre todo para monitorear los incrementos de roce y desgaste interno.

Control de lubricación (análisis de aceite): viscosidad, contenido de agua (%). TBN/ TAN, análisis metálico, etc.

**Asociando el análisis de aceite y el análisis de vibración.**

<b>Problema/ condición</b>	<b>Análisis de aceite</b>	<b>Análisis de vibración</b>	<b>Notas / Comentarios</b>
Inicio de falla de un rodamiento	Buena detección temprana	Detección tardía	Las fallas comunes de rodamientos son detectadas mejor por el análisis de aceite.
Inicio de falla de Chumaceras	Buena detección temprana	Detección tardía	Las rebabas serán localizadas por el análisis de aceite antes que haya rozamiento o falta de ajuste.
Desbalance		Buena detección temprana	El análisis de aceite encontrará el desgaste ocasionado por el desbalance.
Agua en aceite	Buena detección temprana	No Aplica	El análisis de vibración puede tomar la fase final de la falla
Problemas de rodamientos engrasados	No aplica	Detección tardía	Algunos laboratorios están haciendo ferrografía y análisis de elementos en grasas.
Roturas de flechas	No aplica	Buena	Vibración es el mejor método aquí
Desgaste anormal de engrane	Buena detección temprana	Detección tardía	El análisis de vibración puede identificar los defectos individuales de los engranes. El análisis de aceite detecta desgaste anormal.
Desalineamiento	Detección tardía	Detección temprana buena a marginal	Algunos problemas de desalineamiento son difíciles de detectar con vibración. El análisis de aceite detecta el desgaste del desalineamiento.
Análisis de causa de falla	Fuerte	Fuerte	Mejor cuando ambos trabajan juntos.
Altas concentraciones de partículas en el aceite	Fuerte, detección temprana	No aplica	El desgaste abrasivo es una causa central de falla de maquinaria.
Resonancia	No aplica	Fuerte	El programa de vibración es muy bueno aquí. Eventualmente las rebabas de desgaste las detectará el análisis de aceite.
Oxidación del aceite o degradación de aditivos	Fuerte	No Aplica	Muy eficaz detección con el análisis de aceite.
Uso del aceite erróneo	Fuerte	No Aplica	Detección eficiente por análisis de aceite.

### **Estructura de la ferrografía**

- **Monitoreo.** Detección de un problema que se manifiesta a través de un desprendimiento de una cantidad y tamaño anormal de partículas de desgastes.
- **Tendencias.** Almacena datos de dicho perfil de distribución y concentración de partículas en el tiempo, para determinar su tendencia.
- **Diagnóstico.** Se realiza un análisis de forma y tamaños de las partículas de desgaste, con apoyo de microscopía y patrones de reconocimiento.

### **3.- Termografía**

La termografía es la aplicación en forma gráfica de la medición de temperatura utilizando termómetros infrarrojos que permiten medir la temperatura de contacto.

#### **Características principales de la termografía**

- a) No requiere contacto físico con el equipo inspeccionado.
- b) Permite analizar grandes áreas en tiempos reducidos.
- c) Se obtiene un registro visual de la distribución de temperaturas.
- d) Sistema portátil y autónomo.
- e) Gran sensibilidad que permite tomar mediciones a distancia.
- f) No interrumpe el funcionamiento del equipo.

### **4.- Medición por ultrasonido**

El objetivo de la medición de espesores es controlar el avance del desgaste de materiales y estimar la vida útil remanente de los

componentes de algunos equipos, para optimizar su disponibilidad mediante una adecuada programación de mantenimiento.

#### **2.5.4 Mantenimiento proactivo**

Esta filosofía de mantenimiento ha recibido recientemente la atención mundial como el medio más simple de lograr ahorros no alcanzados por las técnicas convencionales.

Está basada en enfocar sus acciones a las causas de falla de la maquinaria y no a sus síntomas o efectos. Su objetivo es extender la “vida” de la máquina, contrario a las prácticas actuales que en muchos casos se realizan reparaciones cuando nada está roto, convivir con las fallas como algo normal y cotidiano trabajando en crisis de mantenimiento derivadas de fallas en los programas y su aplicación.

Las causas de falla de las maquinas son muchas, pero generalmente se acepta que el 10% de las causas genera el 90% de los problemas<sup>1</sup>.

##### **Aplicación del mantenimiento proactivo :**

Seleccionamos la maquinaria ha incorporar en el programa de mantenimiento proactivo, en función de la criticidad, su importancia en el proceso, su costo por paro y confiabilidad.

Antes de iniciar el programa de mantenimiento proactivo, tome una “foto” de las condiciones actuales de su maquinaria.

---

<sup>1</sup> Gerardo Trujillo C., *Implementación de un Programa de Mantenimiento Proactivo. Noria Latin América*

### **2.5.5 Mantenimiento productivo total (TPM)**

El mantenimiento productivo total (TPM) se define como el “mantenimiento productivo” realizado por todos los empleados, se basa en el principio de que la mejora de los equipos debe implicar a toda la organización, desde los operadores hasta la alta dirección. El TPM es el sistema japonés de mantenimiento industrial desarrollado a partir del concepto de "mantenimiento preventivo" creado en la industria de los Estados Unidos.

Asumimos el término TPM con los siguientes enfoques: la letra “M” representa acciones de management y mantenimiento. Es un enfoque de realizar actividades de dirección y transformación de empresa.

La letra “P” está vinculada a la palabra “productivo” o “productividad” de equipos pero que se puede asociar a un término con una visión más amplia como “perfeccionamiento”.

La letra “T” de la palabra “total” se interpreta como “todas las actividades que realizan todas las personas que trabajan en la empresa”.

#### **Metas del TPM:**

Los requerimientos mínimos para el desarrollo del TPM son:

1. Mejorar eficacia de equipos.
2. Mantenimiento autónomo.
3. Programa planificado de mantenimiento.
4. Adiestramiento.
5. Programa de gestión de equipo inicial.

## **2.6 LA AUDITORIA DE LUBRICACIÓN**

Muchos programas modernos de mantenimiento invierten grandes cantidades en la aplicación de técnicas sofisticadas de mantenimiento predictivo (análisis de vibración, aceite e infrarrojo, instrumentos y software), tratando de mejorar la confiabilidad en su maquinaria. Eso está muy bien, sin embargo, con frecuencia fallan en la ejecución de los principios básicos de lubricación y control de la contaminación.

Si bien sabemos que en los proyectos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones no se pone en práctica ninguna técnica sofisticada de mantenimiento predictivo, el mantenimiento preventivo falla en los principios esenciales de lubricación y control de la contaminación descuidando mucho el monitoreo necesario para asegurar la confiabilidad de la maquinaria. El balance entre estos dos escenarios y la aplicación de un análisis a la información y acciones de mantenimiento (análisis de modo de falla, Pareto, etc.), es lo que permite mejorar la confiabilidad del equipo. Este balance entre las mejores prácticas, análisis de modo de falla y monitoreo, debe ser logrado con buenos cimientos. En el camino a la excelencia en mantenimiento, las mejores prácticas de lubricación son el primer paso a ejecutar.

Frecuentemente, el departamento de mantenimiento (MTC) no está obteniendo el máximo valor de sus lubricantes. Esto no se debe a la compra de lubricantes de baja calidad, sino a una práctica insatisfactoria de la aplicación del lubricante y su mantenimiento en la maquinaria. Desde que el lubricante llega al almacén, se encuentra expuesto a riesgos de contaminación por almacenamiento y manejo deficiente, mezcla con otros productos,

aplicación errónea, sobre lubricación, poco lubricante, o incluso ocasionando riesgos a la seguridad o ecología.

El principal problema cuando se habla de prácticas de lubricación es la carencia de modelos o procedimientos estandarizados que permitan efectuar la tarea de la lubricación adecuadamente.

Usualmente nos referimos al lubricante como "la sangre de la maquinaria", sin embargo, cuando revisamos la forma en la que lo manejamos, almacenamos y mantenemos en la maquinaria, esa analogía está fuera de lugar. Si nos ubicamos en un hospital y observamos el proceso de una transfusión de sangre, podremos apreciar el cuidado y la limpieza con la que es efectuada. Un cambio de aceite es realmente una transfusión y debiera ser tratada como tal. Nombraremos como MPL la mejor práctica de lubricación, la cual deberá ser definida y documentada como un procedimiento estándar de operación (SOP). El personal deberá ser entrenado para la ejecución MPL en el DEM (departamento de equipo mecánico).

## **2.7 ANÁLISIS DE ACEITE UTILIZADO COMO UNA HERRAMIENTA DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

El análisis de aceite usado como una herramienta del mantenimiento preventivo en la mejor práctica de lubricación, es una técnica rigurosamente científica que nos indica que está ocurriendo en el interior del motor. Esta herramienta nos ayudaría en lo siguiente:

- Evita paralizaciones costosas no programadas.
- Ayuda a prevenir fallas.

- Reduce los costos de mantenimiento.
- Incrementa la vida útil de los componentes y del equipo.
- Reduce los costos de inventario por repuestos.
- Mejora la disponibilidad de los equipos.
- Ayuda a regular la ecología prolongando los periodos de cambio de aceite y filtros.

### **Implementación**

El equipo de mantenimiento debe seleccionar los equipos claves en el trabajo de mantenimiento de carreteras, es decir según el nivel de criticidad de las maquinarias. Posteriormente se deberá establecer si el lubricante que se está usando es el más apropiado para el tipo de operación y se implementará un programa de muestreo de aceite para establecer los periodos óptimos de cambio.

Seleccionados los equipos y establecido el lubricante a utilizar, se le asignará un file a cada equipo para poderlos identificar durante su desarrollo, asimismo se coordinará con el proveedor del lubricante para evitar posibles errores.

### **Tomas de muestra**

- La muestra deberá ser representativa, del compartimiento que se tome y asegurarse que sea recogida en un recipiente limpio, seco y sin olores, pues esto puede causar desviaciones en los resultados.
- Usar preferentemente una bomba manual de succión que contenga al envase y a la manguera adecuada.

- Tomar la muestra con el aceite caliente para que los contaminantes no se decanten y la muestra sea representativa, aunque estudiosos de la materia afirman que es posible tomar muestras en aceite frío (por lo general es necesario 200 ml. de muestra de aceite).
- Las muestras deben ser cuidadosamente rotuladas y el formato debe llenarse con por lo menos la siguiente información:
  - Nombre, tipo y grado del aceite.
  - Fecha, horas trabajadas del aceite, meses, horas, kilómetros, etc.
  - Equipo al que pertenece la muestra (marca, modelo, código interno, datos del motor), para poder registrar correctamente el equipo.
- Empacarlos correctamente y enviarlos al laboratorio para el análisis.

### **Recepción de resultados del laboratorio**

- Interpretar los resultados e indicar las acciones a ejecutar para realizar un mantenimiento preventivo o correctivo.
- Realizar un seguimiento continuo y repetitivo de los análisis para evitar que la falla se repita.

Es importante saber interpretar los resultados para conocer el estado del aceite y por consiguiente de la maquinaria, determinando las probables fallas que puedan presentar y sus causas, como:

- Elevada o baja viscosidad
- Dilución por combustible
- Contenido de agua
- Dispersancia
- Contenido de sílice

- TBN
- TAN
- Y adicionalmente la tendencia del desgaste a través de los contenidos en ppm de lo siguientes metales: hierro (Fe), cromo (Cr), aluminio(Al), cobre (Cu), plomo (Pb), silicio (Si), estaño (St), molibdeno (Mo), etc.

### **Condiciones que limitan la vida útil del aceite**

1. **Contaminación:** En los aceites usados se encuentra por lo general agua, suciedad atmosférica, combustible tipo hollín y metales de desgaste.

La presencia de agua puede deberse a block rajados, empaquetaduras con escape. Filtros defectuosos o una abertura externa permite la entrada de polvos atmosféricos. Estos materiales son abrasivos y promueven el desgaste del motor con resultados que pueden llegar a ser catastróficos.

La dilución por combustible reduce la viscosidad del aceite y destruye su propiedad para lubricar.

Por último el desgaste de un motor ocurre tan pronto la máquina es colocado en servicio (metales de desgaste).

2. **Degradación :** Además de contaminación los lubricantes también están sometidos a altas temperaturas, y entrada de aire durante el servicio. Estas condiciones promueven la oxidación, la cual si se permite que continúe indefinidamente, lleva a un aumento de la viscosidad, barnices y de depósitos.

(ver anexo D referente a análisis de aceite )

## **CAPITULO III**

### **SITUACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

#### **3.1 SITUACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN EL PROYECTO (Calca-Quebrada-Chahuares-Kiteni. Cusco)**

- La administración de mantenimiento que se aplicó, no es la más eficiente, y esto se refleja en la disminución de la vida útil de las unidades.
- Existía mucha ineficiencia con el tipo mantenimiento preventivo que se trabaja, si sabemos que este se basa en tiempos y suposiciones y estos últimos no se monitorean en su totalidad.
- Las paralizaciones de las unidades mayormente fueron por fallas de algún sistema que nunca se monitoreo (nunca se hizo algún mantenimiento o cumplió su ciclo de vida esa parte del sistema).
- Hubo una carencia de llevar un control de fallas y reparaciones efectuadas a las unidades anteriormente, por lo que se hacia difícil para el jefe de equipo mecánico desarrollar su labor, encontrándose con archivos que estaban incompletos y muchos de ellos extraviados.

- La administración de mantenimiento era la tradicional, no se tenía idea de la aplicación moderna que se hace del mantenimiento, todavía se tiene paradigmas antiguos.
- Poco interés del jefe de proyecto en colaborar a la mejora del programa de mantenimiento
- La administración del proyecto siempre miró a la oficina de equipo mecánico (OEM) de una forma reduccionista.
- El taller mecánico no existía, lo que había era un amplio espacio sin ninguna infraestructura adecuada para reparaciones de mayor precisión.
- La capacitación para choferes y operadores es insuficiente para las exigencias de las circunstancias.
- La dificultad que tienen algunos operadores para llenar sus partes diarios, bitácoras y realizar informes, por limitaciones educativas.
- Escasa información por la inexistencia de manuales de taller de muchas unidades, la existencia de manuales de operación y mantenimiento solo en un 30%, existencia de manuales de partes en un 10%. Todo esto complica la agilización de equipo mecánico.
- Falta de un programa de seguridad
- No se usaba índices de control de gestión de mantenimiento
- No se usaba herramientas de calidad.

### **3.2 ALTERNATIVAS DE SOLUCION PARA MEJORAR MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

- Si no es posible aplicar gestiones modernas de mantenimiento (mantenimiento predictivo, proactivo, centrado en la confiabilidad (MCC) y mantenimiento total de la producción o TPM); al menos tratar de rescatar líneas aplicativas de estas últimas para mejorar la actual gestión de mantenimiento tradicional.
- Usar algunos índices de control de gestión de mantenimiento (disponibilidad, confiabilidad, etc.)
- Utilizar algunas herramientas de control de calidad (Pareto, diagrama de causa y efecto, etc.)
- Monitorear las reparaciones realizadas
- Involucrar al jefe de proyecto en la gestión del mantenimiento preventivo, explicándole la importancia de su participación.
- Crear un taller de mecánica exclusivo para los proyectos de la zona
- Si no fuera así, al menos disponer al proyecto de lo mínimo necesario para que equipo mecánico desarrolle sus labores, y en un local adecuado.
- Prestarle importancia a la capacitación que deben tener los chóferes, operadores y equipo técnico, no solo en lo que es mantenimiento, también en la parte de seguridad.
- Equipar con manuales técnicos de cada unidad para la ayuda del mantenimiento preventivo.
- La camioneta asignada debería ser usada por el área de mantenimiento para realizar supervisiones.

- Usar algunos índices de control, herramientas de control en la Gestión de mantenimiento.
- Enviar a cursos de avanzada al personal técnico (análisis de aceite, análisis de vibración) .
- El estar en estos cursos de avanzada se verá reflejado en una mayor disponibilidad y confiabilidad en la gestión de mantenimiento, lo cual resulta en beneficio para el proyecto y la población.

### **3.3 AUDITORIA AL PROCESO DE LUBRICACIÓN**

A continuación realizamos una evaluación mediante un análisis de las prácticas actuales para poder identificar las oportunidades de mejora del proceso de lubricación. Este proceso es comúnmente llamado La auditoria de lubricación, veamos en el siguiente cuadro la evaluación realizada en el proyecto Calca-Quebrada-Chahuares-Kiteni( ver cuadro N° 3.3).



Al realizar esta simple pero práctica auditoria vemos que el porcentaje obtenido de calificación está por debajo del porcentaje aceptable, lo que confirma que la práctica de lubricación aplicada en el proyecto Calca-Quebrada-Chahuares-Kiteni no es la mas adecuada, igualmente sucede en los demás proyectos distribuidos en el país.

Esto implica que si no practicamos un buen MPL ( La mejor práctica de lubricación) conseguiremos reducir la vida útil de la máquina en vez de extenderla con acciones proactivas.

## **CAPITULO IV**

### **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

#### **4.1 SELECCIÓN DE MAQUINAS A SER INCORPORADAS AL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO (M.P.)**

##### **4.1.1 Identificación de las máquinas**

Las máquinas a ser incorporadas en el plan de mantenimiento son las siguientes:

1. Cargador frontal Komatsu
2. Rodillo liso vibratorio Ingersoll Rand
3. Volquete Ford
4. Volquete Ford
5. Volquete Ford
6. Tractor oruga Caterpillar
7. Tractor neumático Muller
8. Motoniveladora Champion

A esto añadimos algunos datos, características técnicas y ubicación de estas unidades. (ver cuadro N° 4.0)

**MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES****PROYECTO CARRETERA CALCA-QUEBRADA-CHAHUARES-KITENI**

Cuadro N° 4.0

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y UBICACIÓN DE LAS MAQUINAS****MES : ENERO-2000**

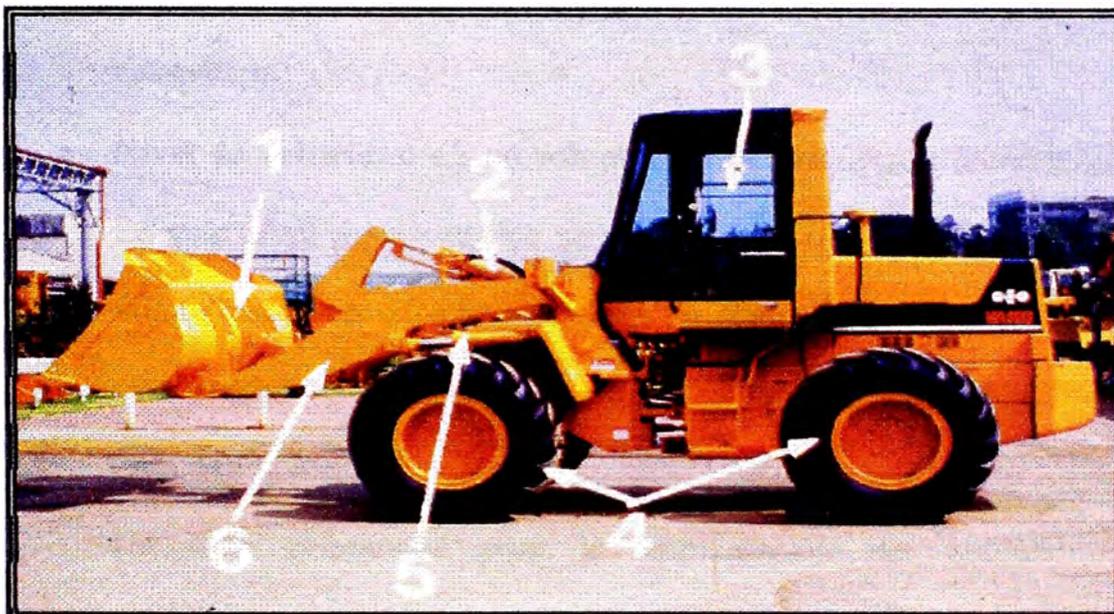
ITEM	EQUIPO	MARCA	MODELO	REG.	AÑO	POTENCIA (HP)	CAPACIDAD	ODOM./ HOR.	UBICACIÓN	CONDICION
1	Cargador frontal	KOMATSU	WA-320	1050	94	150	2,6 m3	7.491 HRS.	COLCA	PROPIO
2	Rodillo liso	INGER. RAND	SD-100D-B	089	94	125		4.793 HRS.	CALCA	PROPIO
3	Volquete	FORD	LNT-8000	2423	95	300	10 m3	66.311 KMS.	CALCA	PROPIO
4	Volquete	FORD	LNT-8000	2424	95	300	10 m3	69.756 KMS.	CALCA	PROPIO
5	Volquete	FORD	LNT-8000	2426	95	300	10 m3	61.314 KMS.	CALCA	PROPIO
6	Tractor oruga	CATERPILLAR	D6D	843	78				COLCA	REGION
7	Tractor neumático	MULLER	TI-28	888	94	280		5.887 HRS.	COLCA	PROPIO
8	Motoniveladora	CHAMPION	710-A	446	94	135		7.070 HRS.	CALCA	PROPIO

#### 4.1.2 Nivel de criticidad

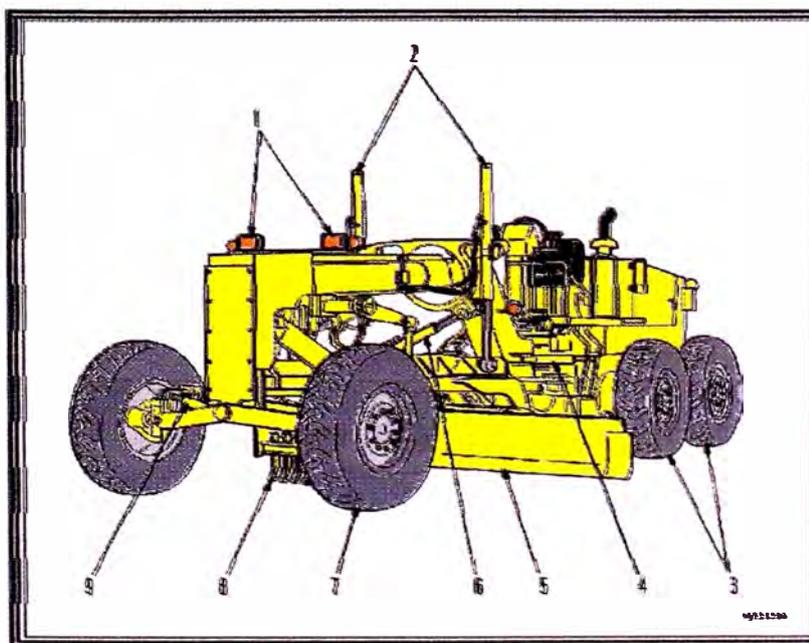
Nos va permitir clasificar las máquinas de acuerdo a su importancia en el trabajo de mantenimiento de carreteras, clasificándolas por nivel de criticidad: A, B y C. Siendo A muy crítico, B medio crítico y C menos crítico. Según estos niveles se les prestará mayor atención a los más críticos que a los demás, sin descuidar a estas últimas.

- **Nivel de criticidad A** : son absolutamente necesarios para garantizar la continuidad de los trabajos. Son máquinas que no deben fallar para no paralizar los trabajos de los demás. Como ejemplo tenemos el cargador frontal y la motoniveladora.
  - a) Cargador frontal: si fallara esta máquina paralizaría a los tres volquetes que no tendrían material para cargar; la motoniveladora no tendría material para extender; el rodillo no tendría material a compactar y los mismos tractores se quedarían sin frente. El cargador frontal se usa en excavación de bancos o montones de escombros, carga de camiones, nivelar superficies (arrastre), etc. Algunas de sus principales partes son el cucharón (1), cilindro del cucharón (2), cabina (3), neumáticos (4), cilindro del aguilón (5), aguilón (6). Ver fig. N° 01
  - b) Motoniveladora: si fallara esta máquina no habría máquina que extienda el material, paralizando al rodillo y al cisterna. Este trabajo podría hacerlo el tractor neumático pero con poquísima eficiencia. Algunas de sus principales partes son luces delanteras (1), cilindro de elevación de la hoja (2), neumáticos posteriores

(3), cilindro de articulación (4), hoja (5), cilindro de cambios laterales de la barra de tiro (6), neumáticos delanteros (7), escarificador (8), cilindro de inclinación (9). Ver fig. N° 02



**Fig. N° 01. CARGADOR FRONTAL**



**Fig. N° 02. MOTONIVELADORA**

- **Nivel de criticidad B:** no dejan de ser necesarios pero algunos de ellos pueden ser reemplazados o cubiertos temporalmente mientras se aplica el mantenimiento correctivo. En este nivel medio crítico se encuentran los tres volquetes, el rodillo liso vibratorio y el tractor neumático.
- **Nivel de criticidad C:** no son esenciales porque son reemplazables. En este nivel menos crítico se encuentra el tractor de orugas que si fallara podría ser cubierto por el tractor neumático.

(Ver cuadro N° 4.1)

#### **4.1.3 Vida útil**

Un dato referencial para la implantación del mantenimiento preventivo es conocer la vida útil de cada máquina, año de compra y que tiempo de vida lleva. Al conocer esta información podemos comparar el estado actual de la máquina con la vida útil de esta, y la consideración del mantenimiento que tuvo desde su etapa infantil (Ver cuadro N° 4.1 y anexo B).

#### **4.1.4 Depreciación**

A lo largo de la vida útil se va amortizando una depreciación periódica de la máquina o equipo; paralelamente a ello, se van generando los gastos incurridos en su mantenimiento, estos valores son acumulativos y se van registrando económicamente a lo largo de su vida útil.

Todos estos gastos generados por diversa índole constituyen en su conjunto el “costo de mantenimiento”.

Es muy importante monitorear la evolución de estos valores a fin de poder apreciar estadísticamente en que etapa una máquina o equipo ingresa a una zona donde los valores gastados en su mantenimiento alcanzan y pueden superar su valor real actualizado. Adelante realizamos un cálculo sencillo de depreciación con una “curva de la bañera” supuesta para la máquina cargador frontal WA-320 registro 1050 donde indicamos el momento propicio para el recambio de la unidad y obtener un valor de rescate de \$. 17,000 (ver cuadro N°4.2, 4.3 y gráfico N°4.0).

- **Nivel de criticidad B:** no dejan de ser necesarios pero algunos de ellos pueden ser reemplazados o cubiertos temporalmente mientras se aplica el mantenimiento correctivo. En este nivel medio crítico se encuentran los tres volquetes, el rodillo liso vibratorio y el tractor neumático.
- **Nivel de criticidad C:** no son esenciales porque son reemplazables. En este nivel menos crítico se encuentra el tractor de orugas que si fallara podría ser cubierto por el tractor neumático.

(Ver cuadro N° 4.1)

#### **4.1.3 Vida útil**

Un dato referencial para la implantación del mantenimiento preventivo es conocer la vida útil de cada máquina, año de compra y que tiempo de vida lleva. Al conocer esta información podemos comparar el estado actual de la máquina con la vida útil de esta, y la consideración del mantenimiento que tuvo desde su etapa infantil (Ver cuadro N° 4.1 y anexo B).

#### **4.1.4 Depreciación**

A lo largo de la vida útil se va amortizando una depreciación periódica de la máquina o equipo; paralelamente a ello, se van generando los gastos incurridos en su mantenimiento, estos valores son acumulativos y se van registrando económicamente a lo largo de su vida útil.

Todos estos gastos generados por diversa índole constituyen en su conjunto el “costo de mantenimiento”.

Es muy importante monitorear la evolución de estos valores a fin de poder apreciar estadísticamente en que etapa una máquina o equipo ingresa a una zona donde los valores gastados en su mantenimiento alcanzan y pueden superar su valor real actualizado. Adelante realizamos un cálculo sencillo de depreciación con una “curva de la bañera” supuesta para la máquina cargador frontal WA-320 registro 1050 donde indicamos el momento propicio para el recambio de la unidad y obtener un valor de rescate de \$. 17,000 (ver cuadro N°4.2, 4.3 y gráfico N°4.0).

**MINISTERIO DE TRANSPORTES  
Y COMUNICACIONES  
PROYECTO CARRETERA  
CALCA-QUEBRADA-CHAHUARES-KITENI**

**Cuadro N° 4.1**

**TABLA VIDA ECONOMICA UTIL-CRITICIDAD DE EQUIPO MECANICO**

**MES : ENERO-2000**

ITEM	EQUIPO	MARCA	MODELO	REG.	AÑO	POTENCIA (HP)	VIDA UTIL (HORAS)	AÑOS	CRITICIDAD	TIEMPO ACTUAL
1	Cargador frontal	KOMATSU	WA-320	1050	94	150	10.000	5	A	7.942 HRS.
2	Rodillo liso	INGER. RAND	SD-100D-B	089	94	125	10.000	5	B	4.831 HRS.
3	Volquete	FORD	LNT-8000	2423	95	300	6.900	6	B	68.438 KM.
4	Volquete	FORD	LNT-8000	2424	95	300	6.900	6	B	69.756 KM.
5	Volquete	FORD	LNT-8000	2426	95	300	6.900	6	B	62.876 KM.
6	Tractor oruga	CATERPILLAR	D6D	843	78		10.000	5	C	
7	Tractor neumático	MULLER	TI-28	888	94	280	10.000	5	B	5.901 HRS.
8	Motoniveladora	CHAMPION	710-A	446	94	135	15.000	7,5	A	7.175 HRS.

**CRITICIDAD :**

**A : MUY CRITICO B : MEDIO CRITICO C : MENOS CRITICO**

**CALCULO DE DEPRECIACION DE LA UNIDAD  
CARGADOR FRONTAL KOMATSU WA-320 REG. 1050**

POR EL METODO DE LA SUMA DE LOS DIGITOS DEL AÑO TENEMOS:

$$D_m = \frac{n-m+1}{SDA} (P-VS) \qquad SDA = \frac{n(n+1)}{2}$$

n-----años de vida útil ;      Dm----- depreciación

P<sub>i</sub>-----costo inicial del activo.

VS----- valor de salvamento (recuperación = \$ 17,000).

SDA----- suma de los dígitos del año

$$P_i = \$170,000$$

$$P_i = \$160,000$$

tasa de depreciación inicial = 5.88% (\$10,000)

taza de rescate final = 10% (\$.17,000)

**Cuadro N° 4.3**

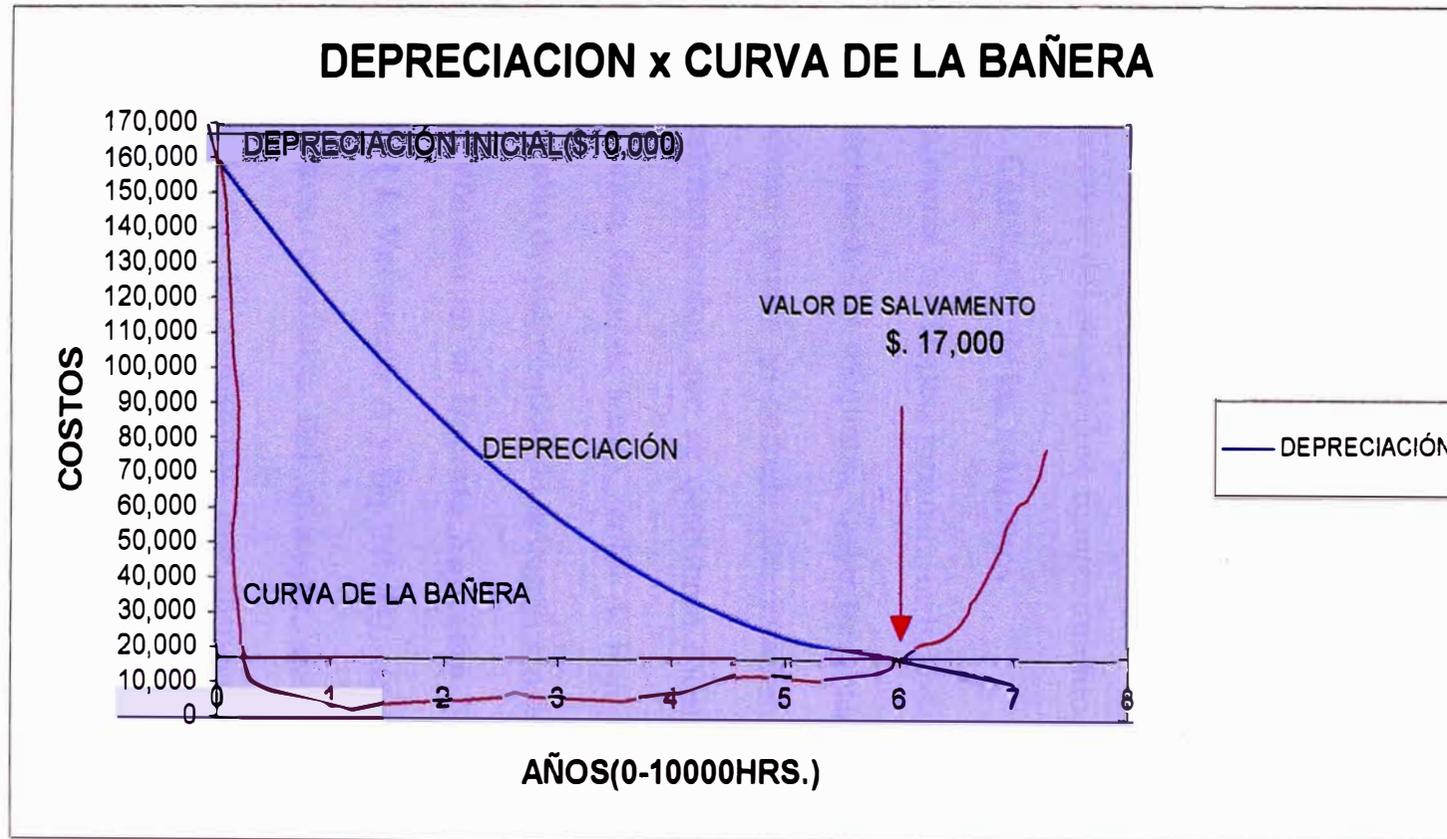
**DEPRECIACIÓN DE LA UNIDAD CARGADOR FRONTAL KOMATSU WA-320 REG. 1050**

<b>AÑO</b>	<b>DEPRECIACION</b>	<b>ACUMULADO</b>
<b>1er.</b>	40,857.14	119,142.86
<b>2do.</b>	34,047.61	085,095.25
<b>3er.</b>	27,238.09	057,857.16
<b>4to.</b>	20,428.57	037,428.59
<b>5to.</b>	13,619.04	023,809.55
<b>6to.</b>	06809.52	017,000.00
		(VALOR DE SALVAMENTO)

Con estos valores de la tabla realizamos el gráfico depreciación.

GráficoNº 4.0

## CARGADOR FRONTAL KOMATSU WA-320 REG.1050



- Curva de la bañera: a los seis años comienza el aumento del desgaste del cargador frontal propicio para cambiar la unidad(punto de recambio) y obtener un valor de rescate(salvamento) de \$ 17,000.
- A los seis años el cargador frontal komatsu WA-320 tiene 7,500 horas.

## **4.2 ESTADO DE LAS MAQUINAS Y STANDARES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Antes de realizar la planificación de un mantenimiento preventivo es importante conocer la condición de las máquinas ya sea por medios visuales ó instrumentales; además necesitamos conocer los estándares del mantenimiento preventivo (los fabricantes del equipo, historial de los equipos y experiencia del personal de mantenimiento, operadores y chóferes).

### **4.2.1 Condición de las máquinas**

Generalmente las inspeccionamos utilizando los cinco sentidos para revisar los sistemas de las máquinas, tratar de ubicar defectos visibles e invisibles, tales como poleas y correas desgastadas, pequeñas vibraciones, ligeros sobrecalentamientos que se descubren tocando, corrosión en el sistema de refrigeración, fugas de aceite, color de humos( usar la medición de opacidad como medio de diagnóstico de la condición del motor comparando los valores con lo señalado en el **Decreto Supremo No. 002-2003-MTC Anexo N°1 Numeral I**. Ver anexo A y fig. N° 03), pernos sueltos, condición de filtros, ejes sueltos, condición del arranque, condición de frenos, juegos de la dirección, etc. Si realizamos una inspección visual del color de humos tendremos las siguientes condiciones:

- *Humo negro*: combustión deficiente por falta de oxígeno, o demasiado combustible.
- *Humo azul*: paso de aceite a la cámara de combustión.
- *Humo blanco*: cuando la regulación de la bomba es incorrecta, o mucho agua en el combustible.



**(MIDIENDO LA OPACIDAD - MOTOR DIESEL)**

**Fig. N° 03**

**a) Los fabricantes del equipo**

Nadie conoce mejor las máquinas que el fabricante, su rendimiento, sus sistemas, diversas características técnicas. En base a esto desarrolla manuales de operación y mantenimiento, manual de taller y de partes, para poder aplicarlos y realizar una buena conservación de las maquinarias.

**• Manual de operación y mantenimiento**

En este manual se describen procedimientos de operación, manejo, lubricación, mantenimiento, inspección y ajuste. El uso de este manual ayudará tanto al operador, chofer, mecánico u otra persona involucrada con el equipo técnico a utilizar el equipo en la forma correcta y lograr un rendimiento óptimo, mediante la operación y el mantenimiento más efectivos, económicos y seguros de la máquina (ver anexo E).

- **Manual de taller**

Este manual se prepara como una ayuda para mejorar la calidad de las reparaciones, brindándole al personal del servicio una comprensión precisa del producto y mostrándole la forma correcta de realizar las reparaciones y formarse juicios. Estos manuales contienen información técnica necesaria para las operaciones que se realizan en el taller de servicio.

- **Manual de partes**

Cada máquina esta compuesta de varias partes. Cada una de esas partes tiene asignado un nombre; dicho nombre se llama número de parte. Cada sistema de la máquina tiene un modelo de identificación de números de parte.

**b) Historial de los equipos**

Este historial de los equipos debe estar en un archivo donde debe contar con toda la información del mantenimiento y reparaciones realizados desde la etapa de mortalidad infantil a la fecha.

**c) Experiencia del personal de mantenimiento, operadores y choferes**

Es importante el aporte de las personas involucradas con las máquinas, pues ellos son los que conocen más los puntos débiles de la unidad, en este caso nos referimos al mecánico, operadores y chóferes .

### **4.3 PARTES DE LAS MAQUINAS A SER INCORPORADAS EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO (M. P.)**

Estas partes son variables según el tipo de máquina, aunque con muchas similitudes. Como ejemplo mencionaremos partes del cargador frontal por tener criticidad A y partes de los volquetes con criticidad B:

#### **(a) Partes del cargador frontal a ser incorporados en el mantenimiento preventivo**

Sistema de arranque (arrancador)

Sistema de admisión y escape (filtros)

Sistema de combustible (cañerías, tanque de combustible, filtros)

Sistema de lubricación-motor (filtros, tapas, medidor, etc)

Sistema de lubricación (filtros, actuadores)

Sistema de transmisiones (diferencial, ejes, etc.)

Sistema de refrigeración (radiador, bomba y otros), etc..

#### **(b) Partes de los volquetes a ser incorporados en el mantenimiento preventivo**

Sistema de arranque (arrancador)

Sistema de admisión y escape (filtros)

Sistema de combustible (cañerías, tanque de combustible, filtros)

Sistema de lubricación-motor (filtros, tapas, medidor, etc)

Sistema de lubricación (filtros, actuadores)

Sistema de transmisiones (diferencial, ejes, etc.)

Sistema de refrigeración (radiador, bomba y otros)

Sistema de suspensión (muelles, amortiguadores, diafragmas), etc.

#### **4.3.1 Convalidación con el manual técnico del fabricante respecto a los servicios y períodos del mantenimiento preventivo**

Es la gestión del equipo para asegurar que funcione y rinda como se esperaba durante toda su vida, es decir, desde la etapa de mortalidad infantil hasta la etapa de vida útil estadísticamente normal.

##### **4.3.1.1 Mantenimiento periódico**

Este mantenimiento basado en tiempos es parte del mantenimiento preventivo y nos indica que debemos seleccionar por anticipado la máquina y componentes, preparar un calendario de jornada, preparar listas de trabajo, preparar y desarrollar nuevos estándares (estándares de control de lubricantes, de estimación de trabajos, de control de suministro de lubricantes y estándares de seguridad), todo esto en el mantenimiento periódico.

##### **(a) Estándares de control de lubricantes**

Es importante comprar las marcas con el grado correspondiente, si es posible conocer las características técnicas del lubricante ( TBN, índice de viscosidad, aditivos, etc.,) indicado por el fabricante. Hay que saber diferenciar la compatibilidad de los diferentes tipos de lubricante para diferentes tipos de uso, lo cual permite preparar estándares de control de lubricantes para llevar un mejor control.

**(b) Estándares de estimación de trabajos**

A medida que se van realizando los últimos trabajos de mantenimiento, conviene replanearse las horas de trabajo y costos para elaborar nuevos estándares de las tareas de mantenimiento.

**(c) Estándares de control de suministro de lubricantes**

Muy seguido se tiene la mala costumbre de usar lubricantes en exceso, particularmente grasa. Esto no hace más que deteriorar la máquina, elevar costos, contaminarla, estimula la adhesión de polvo y suciedad. Las superficies a ser engrasadas, consume muy poco en realidad pero se tiene la mala costumbre de sobre engrasar.

**(d) Estándares de seguridad**

Debemos tener normativas para los trabajos de mantenimiento, y podemos usar lo que nos brinda los manuales del fabricante y adaptarlos según nuestra realidad. Debemos incluir los siguientes conceptos:

- Precauciones antes de empezar el trabajo
- Acción en caso de accidentes
- Manejo de sustancias contaminantes
- Precauciones de seguridad eléctrica.

Hay que indicar que el mantenimiento periódico tiene que ser un poco flexible con los tiempos, para no caer en intervalos fijos rígidos como se muestra en el diagrama de flujo N° 01, el cual nos sirvió de guía para el mejoramiento del mantenimiento preventivo.

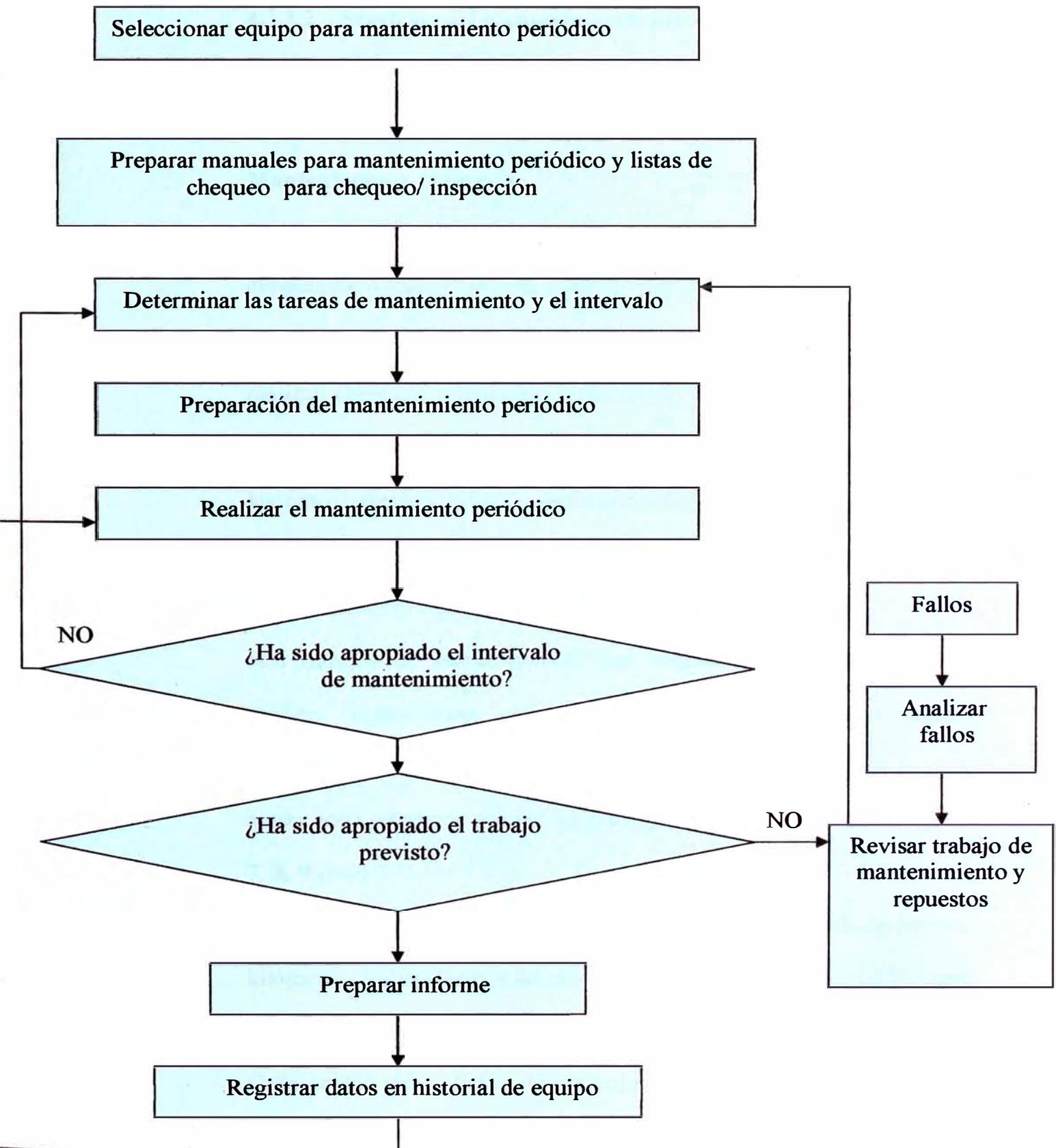


Diagrama de flujo del mantenimiento periódico ( Nishi Nihon Sugar). N° 01

#### **4.3.1.2 Servicios del mantenimiento periódico**

Lo dividimos en dos: mantenimiento rutinario y el mantenimiento especializado.

##### **Mantenimiento rutinario**

En el mantenimiento rutinario tenemos los chequeos diarios que realiza el operador o chofer antes de poner en marcha su unidad, llenando unos formatos confeccionados especialmente para esa rutina. Igualmente se realizan chequeos semanales junto con la labor de lavado y engrase a las maquinarias luego de la jornada de trabajo. Mientras se chequea con los cinco sentidos, debe de llenarse un formato hecho para esa rutina (ver fig. N° 04, 05 y 06).

##### **Mantenimiento especializado**

Son trabajos de mantenimiento que requieren más cuidado, como realizar inspecciones de algunos sistemas, remplazar piezas periódicamente para evitar averías, reemplazar algún lubricante, realizar ajuste, todo esto tiene que ser realizado por personal técnico (ver fig. N° 7, 8, 9 y 10).

Todos estos trabajos se realizan de acuerdo a una frecuencia de horas o kilómetros trabajadas por las maquinarias e indicadas por el fabricante de la máquina.

Cada unidad tiene fichas de control donde se registra la intervención con ciertos detalles (ver cuadro N° 4.4).

A continuación tenemos un ejemplo de una tabla de mantenimiento periódico del tractor neumático Muller TI-28 registro 888 donde se

indica la frecuencia de los diversos servicios de atención a las máquinas.

### MANTENIMIENTO PERIODICO

<b>INSPECCION ANTES DEL ARRANQUE( Mantenimiento Rutinario)</b>	
Inspección visual	
Tablero monitor	Inspección
Enfriador	Inspección y suministro
Carter del motor	Inspección y suministro
Tanque de combustible	Inspección y suministro
Electrolito de batería	Inspección de nivel de líquido
Indicador de polvo	Inspección
Tanque de aire	Drenar agua y sedimento
Separador de agua	Inspección
Freno de estacionamiento	Inspección
Freno de pié	Inspección
Bocina	Inspección
Cucharón, cantoneras, cuchillas, etc.	Inspección
Lámparas	Inspección
Gas de escape y color	Inspección
Timón	Inspección de juego
Zumbador de retroceso	Inspección
Alambrado eléctrico	Inspección
Neumáticos, orugas, otros	Inspección

<b>SERVICIO CADA 50 HORAS ( Mantenimiento Rutinario)</b>	
Tanque de combustible	Drenar agua y sedimento
Neumáticos	Inspección de presión de aire y daños
Lavado y engrase	Chequear y comunicar

<b>SERVICIO CADA 100 HORAS: ( Mantenimiento Rutinario)</b>	
Tanque hidráulico	Inspección
Lubricación	
1. Engrase de puntos	Todos

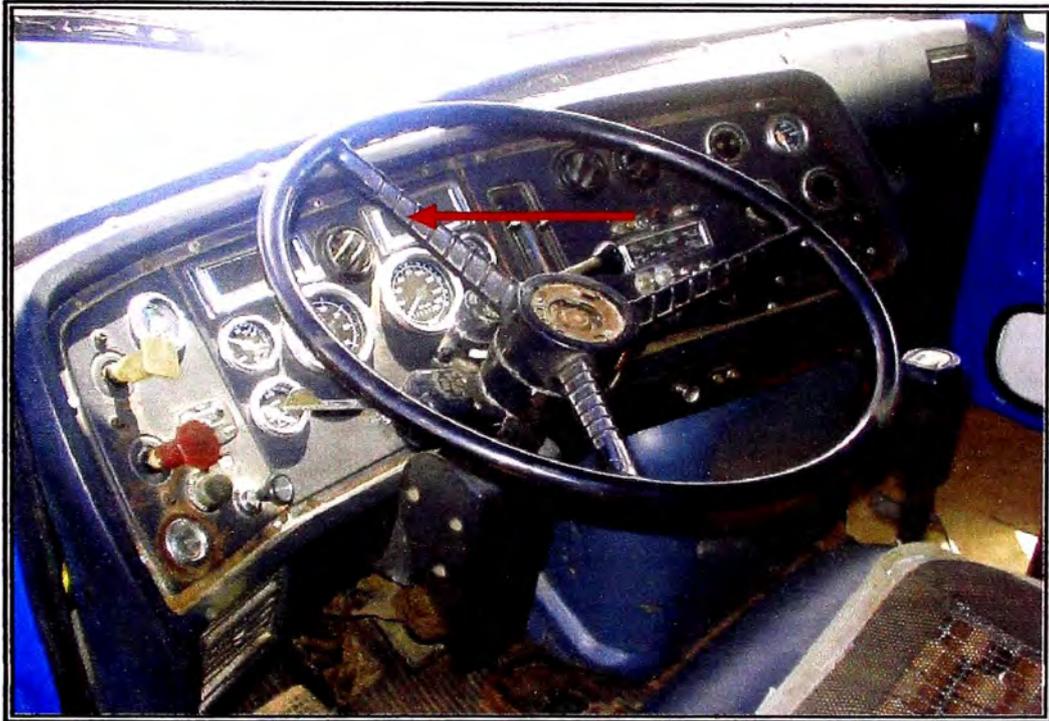
<b>SERVICIO CADA 250 HORAS: ( Mantenimiento Especializado)</b>	
Filtro de combustible	Reemplazar filtro
Carter del motor y filtro	Cambio de aceite reemplazo de filtro
Correa del ventilador	Inspección de tensión
Tuercas, cubo de rueda	Inspección reapretar
Lubricación	
1. Juntas de bolas	Lubricar puntos
2. Clavija de actuadores	Lubricar puntos

<b>SERVICIO CADA 500 HORAS:</b>	
Filtro, aceite de transmisión	Reemplazar
Resistor de corrosión	Chequear

<b>SERVICIO CADA 1000 HORAS: ( Mantenimiento Especializado)</b>	
Caja de transmisión	Cambio de aceite y limpiar el colador
Respirador caja de transmisión	Limpiar
Lubricación	
Rotor turbo cargador	Inspección del juego
Sujetadores turbo cargador	Inspección del juego

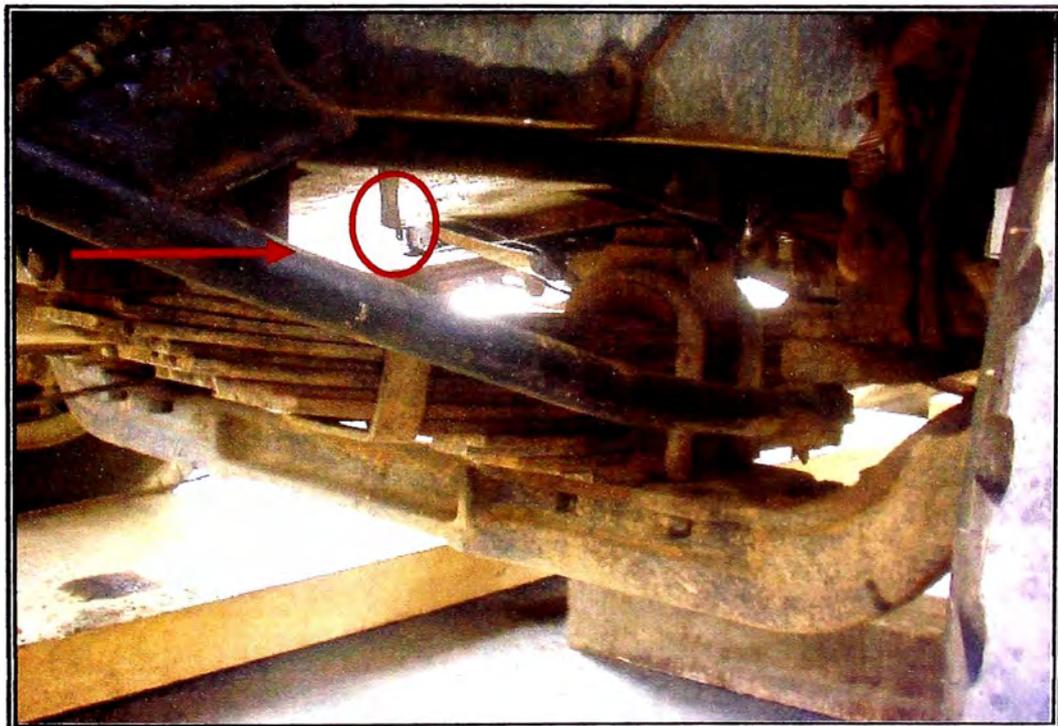
<b>SERVICIO CADA 2000 HORAS: ( Mantenimiento Especializado)</b>	
Tanque hidráulico y filtro	Reemplazar el elemento
Respiradero, tanque hidráulico.	Reemplazar el elemento
Eje(delantero y trasero)	Cambio de aceite
Respiradero de motor	Limpiar el elemento
Turbo cargador	Inspección
Alternador y motor de arranque	Inspección
Espacio libre, válvula de motor	Inspección y ajuste
Disco del freno	Inspección
Parte interior de la secadora de aire	Reemplazar

<b>SERVICIO CADA 4000 HORAS: (Mantenimiento Especializado)</b>	
Bomba de agua	Inspección
Amortiguador de vibración	Inspección
Compresor de aire	Inspección y ajuste
<b>Cuando sea Necesario</b>	
Sistema de enfriamiento	Limpiar
Depurador de aire	Inspección, limpieza o reemplazo si es necesario
Transmisión	Inspección y suministro
Aletas de radiador	Limpiar
<b>Cuando sea Necesario</b>	
Aceite de eje	Inspección y suministro
Respiradero, caja del eje	Limpiar
Calentador eléctrico, aire de admisión	Inspección una vez al año
Hoja de corte, cantoneras	Sustituir

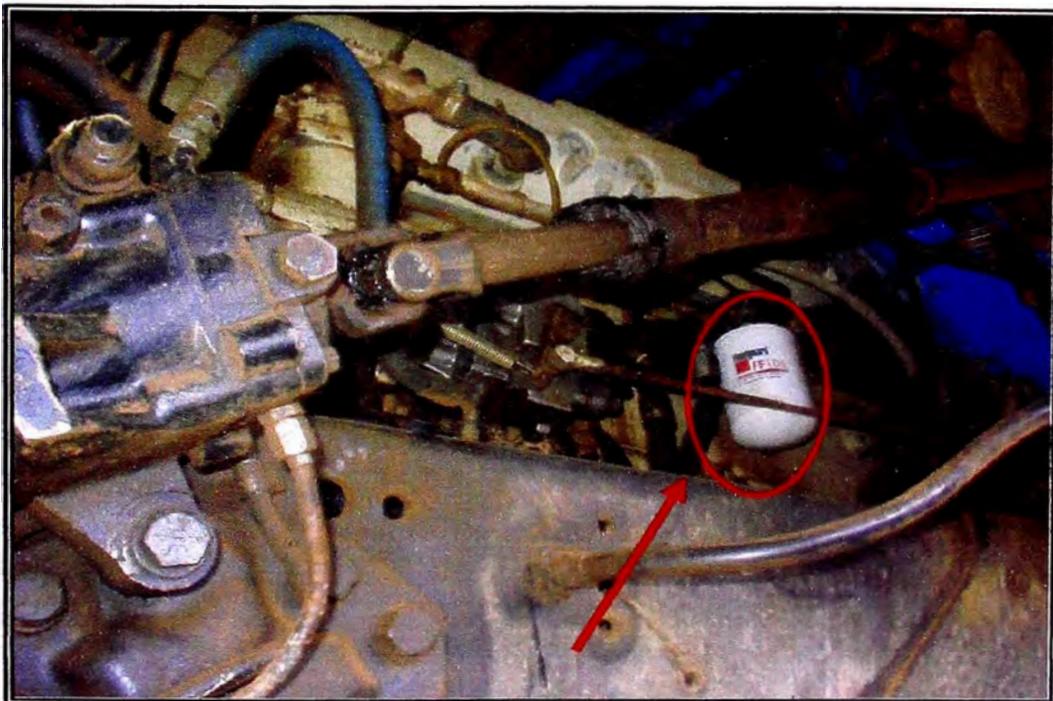


**INSPECCION ANTES DEL ARRANQUE  
(TABLERO MONITOR, TIMON)  
Fig. N° 04**

**1**



**A PUNTO DE REALIZAR EL SERVICIO DE 50 HORAS  
(LAVADO Y ENGRASE). Fig. N° 05**



**POR REALIZAR SERVICIO DIARIO Y DE 250 HORAS  
(CAMBIO DE FILTROS). Fig. N° 07**



**FILTRO DE AIRE POR REEMPLAZAR  
(EN MAL ESTADO). Fig. N° 08**



**REEMPLACE EL FILTRO DE COMBUSTIBLE  
(CADA 250 HORAS). Fig. N° 09**



**REEMPLACE EL FILTRO Y ACEITE DE MOTOR  
(CADA 250 HORAS)  
Fig. N° 10**

**PROYECTO CARRETERA**

**CARRETERA: CALCA-QUEBRADA-CHAHUARES-KITENI**

**DEPARTAMENTO: CUSCO**

**Cuadro N° 4.4**

**PROYECTO :CALCA-QUEBRADA-KITENI**

**EQUIPO MECANICO : CARGADOR FRONTAL**

**AÑO : 99-2000**

**REGISTRO : 1050**

**FICHA DE CONTROL DE MANTENIMIENTO PERIODICO**

<b>ELEMENTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PARTE N. EQUIVALENTE</b>	<b>PERIODO CANBIO (HOR.-ODOM.)</b>	<b>ULTIMO CANBIO HOR./ FECHA</b>	<b>PROXIMO CANBIO (HOR.- ODOM.)</b>	<b>ULTIMO CANBIO HOR./ FECHA</b>	<b>PROXIMO CANBIO (HOR.- ODOM.)</b>	<b>ULTIMO CANBIO HOR./ FECHA</b>
<b>FILTRO DE COMBUSTIBLE</b>	01unid.	FF- 5058	250 HRS.	7.641 HRS. 08:00/ 17-07-99	7.891 HRS.	7.895 HRS. 08:00/ 13-12-99	8.145 HRS.	
<b>FILTRO DE AC. DE MOTOR</b>	01unid.	6134-51-5120 LF-3405	250 HRS.	7.641 HRS. 08:00/ 17-07-99	7.891 HRS.	7.895 HRS. 08:00/ 13-12-99	8.145 HRS.	
<b>RESISTOR DE AGUA</b>	01unid.	600-411-1190	500 HRS.					
<b>FILTRO DE AIRE</b>	01 juego	600-181-6730 600-181-6830	1000 HRS.	7.811 HRS.	8.811 HRS.			
<b>FILTRO DE TRANSMISIÓN</b>	01unid.	424-16-11140	500 HRS.		7.721 HRS.			
<b>FILTRO HIDRÁULICO</b>	01unid.	07363-01142	500 HRS.			7.920 HRS. 12:00/ 18-12-99	8.920 HRS.	
<b>ACEITE DE MOTOR</b>	07 glns.	SAE 15W40	250 HRS.	7.641 HRS. 08:00/ 17-07-99	7.891 HRS.	7.895 HRS. 08:00/ 13-12-99	8.145 HRS.	
<b>ACEITE DE TRANSMISIÓN</b>	08 glns.	SAE 30	1000 HRS.	7.721 HRS. 09:00/ 16-09-99	8.721 HRS.			
<b>ACEITE DIFERENCIAL</b>	03 glns.	SAE 15W40	2000 HRS	7.571 HRS.				
<b>ACEITE HIDRÁULICO</b>	21 glns.	SAE 10W	1000 HRS.			7.920 HRS. 12:00/ 18-12-99	8.920 HRS.	

#### **4.3.1.3 Intervención en el mantenimiento especializado ( M. E.)**

Se planifica anticipadamente la unidad que será intervenida, enviándole al operador o chofer un memorando donde se le indica la fecha, hora y los sistemas a ser intervenidos, y la necesaria presencia de este.

El día del mantenimiento preventivo se controla el odómetro u horómetro de entrada, luego se busca en el archivo la última intervención que tuvo (en el historial se verá los sistemas que fueron intervenidos). Cabe indicar que anticipadamente se pide a la oficina de abastecimientos los repuestos, lubricantes e insumos a utilizar en la intervención de la unidad. En este tipo de mantenimiento tratamos de ser flexibles con el tiempo para no interrumpir las obras que se ejecutan. En el siguiente cuadro N° 4.5 tenemos un ejemplo de una intervención que se realizó al cargador frontal con los respectivos tiempos, repuestos, acciones, personal que intervino y costos. Mientras se realiza el mantenimiento el ingeniero mecánico cumple una labor proactiva: supervisa, colabora y tiene que estar registrando toda la información recogida del mantenimiento ejecutado en la unidad.

**Cuadro N° 4.5**

**UNIDAD : CARGADOR FRONTAL REG. 1050**

<b>N°.</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>N°. personas</b>	<b>Especialidad</b>	<b>Repuesto</b>	<b>Código</b>	<b>Costo</b>
1	Cambio filtros y aceite	1/2 horas	2	mécanico-oper.	02 filtros	LF-2359, LF-3376	\$ . 27.52
2	Cambio de filtro de combustible	1/4 hora	1	mécanico	02filtros	FF-746	\$ . 29.30
3	Cambio de filtros de aire	1/3 hora	1	mécanico	01 juego	AF-234	\$ . 87.38
4	Resistor de corrosión	1/2 hora	1	mécanico	01filtro	WF-246	\$ . 20.84
5	Cambio anticongelante	1 hora	2	mécanico-oper.	Líquido refr.		\$ . 60.51
6	Tanque de combustible	3 horas	2	mécanico-oper.	Petróleo		\$ . 27.89
7	Alternador y motor de arranque	2 horas	2	elect. - méc.	Carbones-cojinete		\$ . 40.22
8	radiador	1 horas	2	mécanico-oper.	limpieza		\$ . 48.54

#### **4.4 PROCEDIMIENTO A SEGUIR PARA EL DIAGNOSTICO DE FALLAS EN EQUIPOS Y SU ACCION CORRECTIVA**

Si bien el mantenimiento especializado disminuye el número de fallas (síntoma o efectos), no las elimina, por lo tanto se requiere de un procedimiento para efectuar el mantenimiento correctivo.

A continuación se describe este procedimiento aplicado en el proyecto:

##### **1. Identificar el problema**

Es importante la participación del operador para describir el problema.

Elaborar las preguntas:

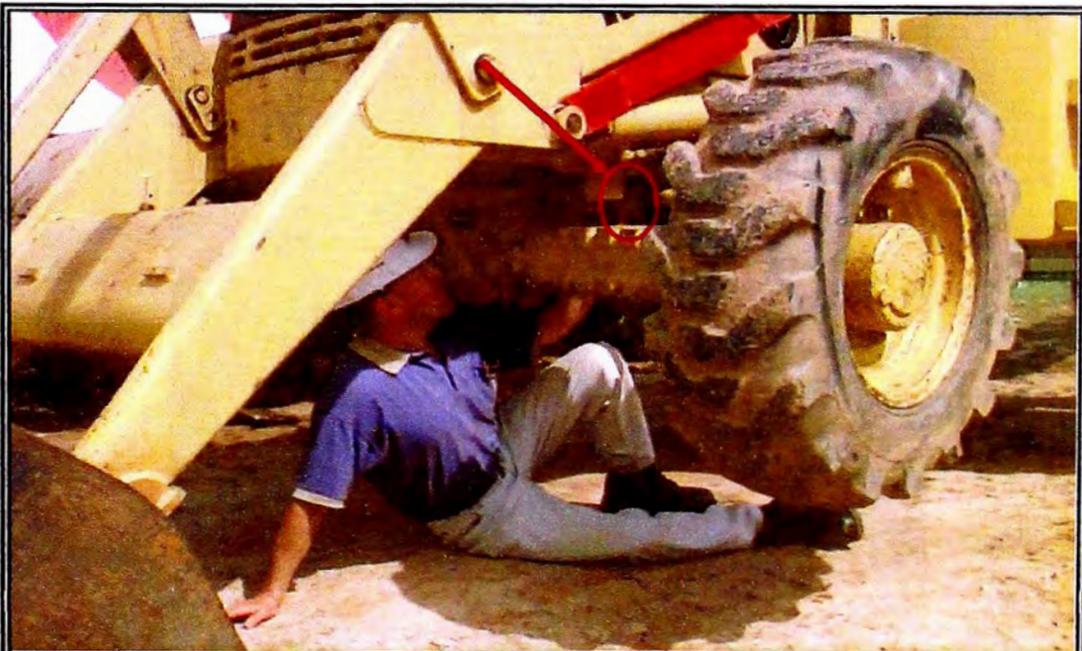
- En qué sistema (o parte) del equipo existe el problema?
- Desde cuándo?
- Es continua o intermitente?

##### **2. Observar la máquina en todas sus fases de operación**

- Dejar que el operador maneje la máquina como normalmente lo hace, y que le muestre el problema.
- Revisar niveles de aceite, refrigerante y otros. Chequear panel de instrumentos, inspeccionar fugas, recalentamiento y sonidos extraños.
- Verificar el problema personalmente (se refiere al jefe de equipo mecánico que debe constatar el problema operando si es necesario la máquina). Ver fig. N° 11 y 12.



**VERIFICACIÓN DEL PROBLEMA . Fig. N° 11**



**VERIFICANDO UNA FUGA DE ACEITE EN LA BOTELLA  
HIDRÁULICA DE LA DIRECCIÓN LADO IZQUIERDO.**

**Fig. N° 12**

### **3. Examinar historial del equipo**

Cuando fueron las últimas intervenciones y cual fue el problema?

Ver que acción se tomó.

### **4. Evaluación del problema**

Conozca la secuencia normal de operación del sistema (revisar manual de taller, manual de partes, planos, hojas de servicios, etc.)

Determine la parte afectada de la máquina. Ver fig. N° 13



**UBICANDO LAS PARTES AFECTADAS PARA  
EL INFORME DE PARALIZACIÓN  
DE LA MAQUINA . Fig. N° 13**

- Diagnostique el componente defectuoso mediante uso de tablas de detección de averías ó el empleo de equipo de diagnóstico a usarse, ya sea para medir presiones, temperaturas, flujos, etc.
- El jefe de equipo mecánico realizará un informe de paralización de equipo al residente de obra, detallando la causa de la falla.

#### **5. Decidir el curso de la acción correctiva**

- Ordenar al personal técnico el desensamble del componente averiado, para verificar causas de la anomalía (desgaste normal, mal montaje de sus partes, etc.)
- Tramitar el pedido de repuestos y materiales solicitados por el personal técnico (**ver que el pedido exija certificados de calidad o fabricación del repuesto**) usando el formato N° 4.0 (ver anexo A).
- Distribuir los trabajos de servicio y reparación a talleres particulares según el plan de reparación (soldadura, torno, electricidad, hidráulica, diesel, etc.)

Estos trabajos deben ser supervisados por el jefe de equipo mecánico, para garantizar que el procedimiento de la reparación y las pruebas respectivas, se realicen de acuerdo a las **normas establecidas en el manual de taller**.

#### **6. Reensamble y prueba de la máquina**

- Instalación de uno o más componentes reparados (verificar la originalidad del repuesto, características técnicas y certificados de calidad ).

- Operar el equipo a través de todas las fases de operación y verificar su funcionamiento adecuado.
- Realizar los ajustes finales y corregir las fallas que puedan presentarse durante la prueba. Ver fig. N° 14



**VERIFICACIÓN DEL REFORZAMIENTO DEL CUCHARON  
SEGÚN CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS PEDIDAS POR EQUIPO  
MECANICO.**

**Fig. N° 14**

**7. Informe final**

- Anotar en el formato de servicio mecánico eléctrico: los repuestos, materiales y las horas empleadas en la reparación. Posteriormente archivarlo en el file de la unidad
- Realizar un informe al residente de obra, detallando los trabajos ejecutados a la máquina.

Con estos siete pasos logramos identificar la falla, corregirla y la máquina seguirá trabajando, pero no logramos detectar la causa-s que originó la falla, en el capítulo N° 5 veremos una de las formas de llegar a esta causa.

#### **4.5 FORMATOS UTILIZADOS PARA EL CONTROL DEL MANTENIMIENTO**

Para conseguir que el mantenimiento preventivo se realice de manera ordenada y eficaz, se ha elaborado formatos para recoger información, los cuales permiten:

- Proporcionar al personal de mantenimiento información necesaria para realizar un planeamiento de mantenimiento.
- Mantener un archivo de historia de toda la maquinaria del proyecto
- Determinar estándares de vida útil de los equipos y sus componentes
- Determinar consumo de combustible, lubricantes, repuestos y mano de obra.

##### **1) Parte diario de máquina**

Tienen por finalidad el control de las horas de trabajo y/o kilómetros recorridos de la máquina diariamente. Estos formatos son reportados por los operadores y chóferes a la oficina de mantenimiento. La información que contiene este documento son:

- Tipo de máquina, número de registro y fecha de ejecución del trabajo.
- Lectura del horómetro u odómetro de comienzo y final de trabajo.
- Cantidad de combustible, aceites, grasas y líquido de freno abastecidos.
- Lugar y sector de trabajo.

- Labores ejecutadas y cantidad de producción
- Observaciones: en ello se anotaré los desperfectos que tiene la unidad, así como también los servicios de mantenimiento preventivo efectuados al equipo.
- Nombre del chofer / operador y su firma (ver formato N° 4.1).

## **2) Libreta de control**

Es una libreta que se entrega al chofer ú operador con el propósito de registrar durante el mes, los consumos de combustibles, lubricantes, filtros, tipos de mantenimiento, fallas notorias, las horas máquinas o kilómetros diarios, así como también los horómetros u odómetros al comienzo y final de mes, del equipo.

Formato Nro. 4.1

<b>PARTE DIARIO DE MAQUINA</b>			
		FECHA	02 / 12 / 99
UNIDAD :	Camión volquete		
REGISTRO :	2426		
	INICIO	FINAL	Hrs. / Km
HOROMETRO			
ODOMETRO	67391	67511	120
<b>COMBUSTIBLE Y LUBRICANTES</b>		<b>CONSUMO</b>	
		20	Gln.
ACEITE MOTOR			Gln.
ACEITE DE TRANSMISION			Gln.
ACEITE DE CORONA			Gln.
ACEITE HIDRAULICO			Gln.
GRASA			Kg.
LIQUIDO DE FRENO			Lt.
<b>DESCRIPCION DEL TRABAJO</b>			
Lugar :	Colca		
Sector :	_____ Del Km. _____ al Km _____		
	<b>LABOR REALIZADA</b>	<b>Nº</b>	<b>M3</b>
	Llevar Material a desborde	10	100
Se realizó servicio diario.			
Falta abrazadera en paquete de muelle delantero.			
<b>NOMBRE DEL OPERADOR/ CHOFER</b>		<b>FIRMA</b>	
Chahuillco			

Cada fin de mes el operador reporta una hoja donde están los totales de: hrs. ó Km. de operación, consumos de lubricantes, repuestos y combustible utilizados y los servicios brindados al equipo.

A continuación se describe los servicios que se mencionan en esta libreta:

Servicio A: servicio que desarrolla el operador/ chofer, antes de iniciar la operación de la unidad. Es totalmente responsable de este servicio, el cual registrará en su respectiva libreta de control (bitácora).

Servicio B: servicio que desarrolla el mecánico, donde realizará una inspección general, reparaciones menores, ajustes, en previsión de desgastes o mal funcionamiento de la unidad. Igualmente estos trabajos de mantenimiento deberán ser anotados en la respectiva libreta de control (bitácora).

Servicio C : servicios más especializados realizados por el equipo mecánico, que igualmente deben ser anotados en la libreta de control.

(ver anexo B)

### **3) Orden de trabajo**

Es una técnica que está orientada hacia la programación, ejecución y control de los trabajos de mantenimiento, adicionalmente ligado al control de costos. Este formato tiene la función de autorizar la ejecución de un determinado trabajo.

Con la orden de trabajo se logra:

- Disponer de una fuente de información estadística del consumo de recursos humanos y materiales.
- Facilitar la evaluación de mano de obra de mantenimiento, determinando índice de producción y tiempo estándar de trabajo.

Ver formato N° 4.2

#### **4) CUADROS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE DIARIO, MENSUAL Y DE REGISTRO DE LUBRICACION**

Estos formatos los usamos para llevar el control diario y mensual del consumo de combustible. En el formato diario (formato N° 4.3) anotamos los galones de combustible usados, así como las horas o kilómetros recorridos. En el formato mensual solo totalizamos (formato N° 4.4) y calculamos el rendimiento mensual que tuvo la máquina.

Aparte contamos con otro formato donde llevamos el control de lubricación mensual (formato N° 4.5).

Los datos de rendimiento mensual nos ayuda a ver el desempeño de la máquina y compararlos con los valores estándares.





**MINISTERIO DE TRANSPORTES  
Y COMUNICACIONES  
PROYECTO CARRETERA  
CALCA-QUEBRADA-CHAHUARES-KITENI**

**Formato N° 4.4  
CONSUMO DE COMBUSTIBLE EQUIPO MECANICO**

**MES : DICIEMBRE-99**

ITEM	UNIDAD	MARCA	REG.	INICIO HOROMETRO	FINAL HOROMETRO	HORAS TRABAJADAS	CONSUMO COMBUSTIBLE	CONSUMO Glns./ hora
1	Cargador frontal	KOMATSU	1050	7.864,00	7.942,40	78.4	294.00	3,75
2	Rodillo liso	INGER. RAND	089	4.793,00	4.831,00	38	80.00	2,1
3	Tractor oruga	CATERPILLAR	843			31	99.20	3,20
4	Tractor neumático	MULLER	888	5.836,00	5.901,00	65	456.00	7,00
5	Motoniveladora	CHAMPION	446	7.070,00	7.175,00	105	410.00	3,90

ITEM	UNIDAD	MARCA	REG.	INICIO ODOMETRO	FINAL ODOMETRO	KILOMETROS TRABAJADAS	CONSUMO COMBUSTIBLE	CONSUMO Kms./ gln.
6	Volquete	FORD	2423	67.391,00	68.438,18	1.047,18	171,67	6,10
7	Volquete	FORD	2424	68.401,00	69.608,00	1.830,00	305,00	6,00
8	Volquete	FORD	2426	61.345,00	62.876,20	1.531,20	264,00	5,80



## **CAPITULO V**

### **HERRAMIENTAS DE CALIDAD EN LA GESTION DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CALCULO DE DISPONIBILIDAD**

#### **5.1 HERRAMIENTAS DE CALIDAD EMPLEADAS EN LA GESTION DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Para apoyarnos en nuestro programa de mantenimiento preventivo hemos utilizado ciertas herramientas básicas de calidad, como la tabla de datos, Pareto y el análisis de causa - efecto.

El análisis de causa y efecto fue de mucha ayuda para identificar las causas de falla en ciertos sistemas de las máquinas, pues esta herramienta nos permite identificar las posibles causas de falla y corregirlas desde la raíz. La tabla de datos nos permite recopilar y exhibir información de fallas para analizarlas y mostrarlas; luego esta misma información y otros datos podemos aplicarlo al uso de Pareto, el cual nos ayudará a identificar las áreas problemas y asignarle una prioridad a esta falla en base a las horas acumuladas de falla y frecuencia de falla.

## **5.2 APLICACIÓN DE ESTAS HERRAMIENTAS EN LA UNIDAD CAMION VOLQUETE REG. 2423**

Durante el mes de abril, mayo y junio del año 99, tuvimos varias fallas en la unidad camión volquete reg. 2423, de las cuales recopilamos y clasificamos por tipo de falla, horas paradas y la frecuencia.

Ver tabla de datos de fallas clasificada por horas y frecuencias (cuadro 5.1 ) e histograma N° 01.

Cuadro N° 5.1

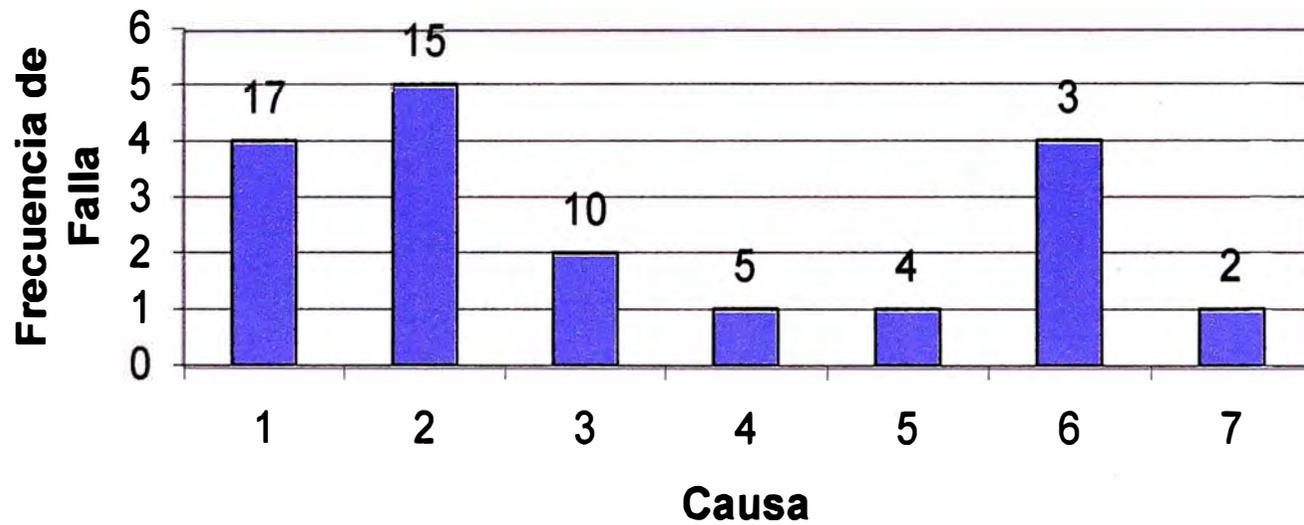
## TABLA DE DATOS CON HORAS DE PARADA Y FRECUENCIA DE FALLAS

(Mes de Abril, Mayo y Junio - 1999)

Ítem	Mes	Fallas	Horas paradas	Frecuencia	Acumuladas	%Horas paradas	%Horas acumuladas
1	Abril	Hojas de muelles rotos	17	4	17	30.36%	30.36%
2	Abril	<b>Filtro de petróleo obstruido</b>	15	5	32	26.79%	57.14%
3	Mayo	Motor de arranque defectuoso	10	2	42	17.86%	75.00%
4	Mayo	Rotura de perno central de muelle	5	1	47	8.93%	83.93%
5	Junio	Alternador defectuoso	4	1	51	7.14%	91.07%
6	Junio	Sistema de freno defectuoso	3	4	54	5.36%	96.43%
7	Junio	Otros	2	1	56	3.57%	100.00%

Histograna N° 01

**Camión volquete reg. 2423  
(Periodo de abril-mayo-junio)**



De la tabla de datos (cuadro N° 5.1) y del histograma N° 01, nos indican las horas utilizadas en el mantenimiento en los diferentes tipos de falla, así como la frecuencia de ocurrencia de estas. Por las mismas condiciones de trabajo, terrenos difíciles y mantenimiento realizado fuera de periodos establecidos, teníamos muchas fallas en el sistema de suspensión, arrancador en malas condiciones, sistema de freno defectuoso, alternador fallando. También se presentó pérdida de fuerza en el motor del camión volquete reg. 2423 por obstrucción del filtro de petróleo y en forma continúa. Sin embargo hay otros orígenes de falla a las mencionadas, como la mala práctica en el mantenimiento preventivo, el mal abastecimiento de combustible, o por falta de capacitación al personal técnico.

Decidimos utilizar estas herramientas (tabla de datos, Pareto y análisis de causa - efecto) para priorizar, detectar, explicar y corregir las fallas de modo que se entienda mejor el problema, para luego poder capacitar al personal (chóferes, operadores, mecánico y personal de abastecimientos) en los aspectos que generan las fallas y tratar de corregirlas. En la siguiente tabla separamos las frecuencias ocurridas de falla con las horas utilizadas en el mantenimiento, y aplicando el análisis básico de Pareto tendremos lo siguiente:

(Ver cuadro N° 5.2 de horas de parada y su diagrama de Pareto N° 01)

### Cuadro N° 5.2

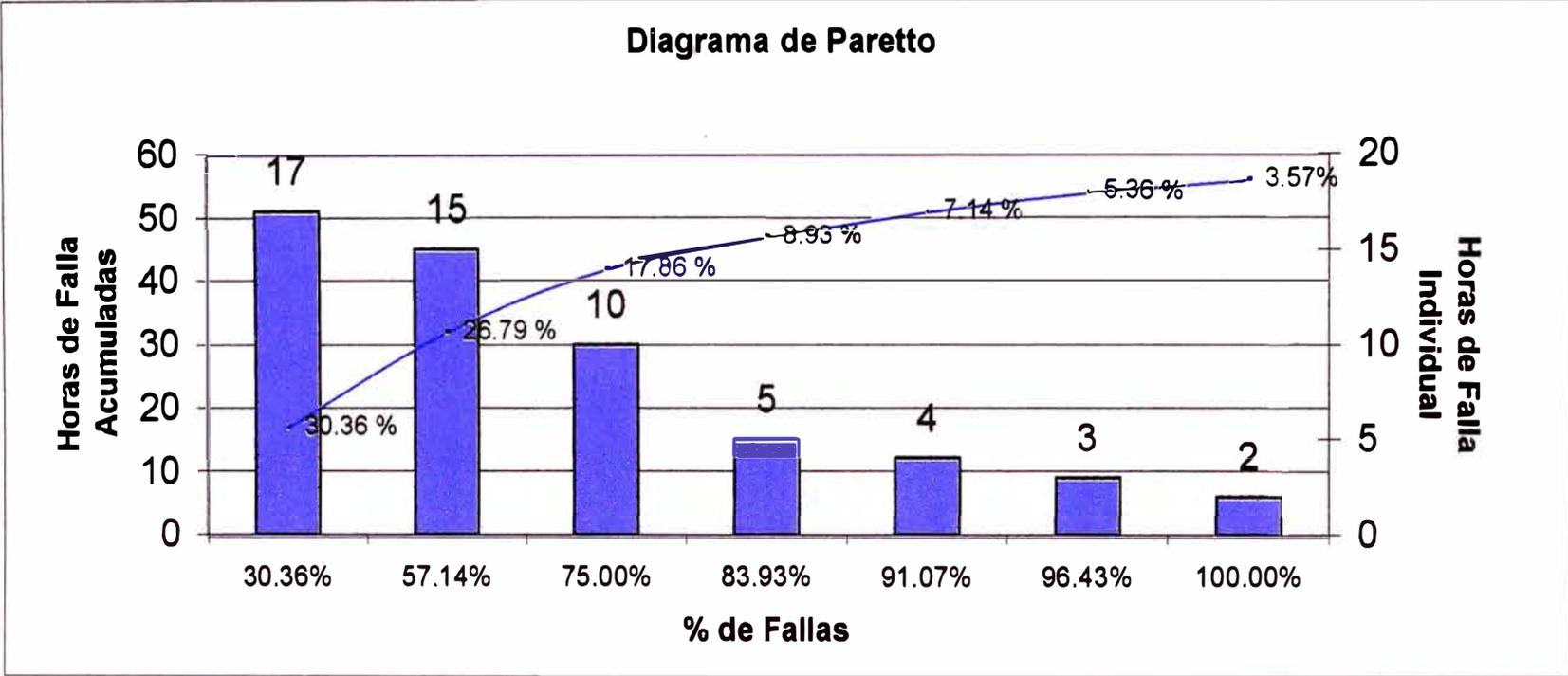
#### HORAS DE PARADA

Camión volquete reg. 2423

ítem	Fallas	Horas paradas	Horas acumuladas	%Horas paradas	%Horas acumuladas
1	Hojas de muelles rotos	17	17	30.36%	30.36%
2	<b>Filtro de petróleo obstruido</b>	15	32	26.79%	57.14%
3	Motor de arranque defectuoso	10	42	17.86%	75.00%
4	Rotura de perno central de muelle	5	47	8.93%	83.93%
5	Alternador defectuoso	4	51	7.14%	91.07%
6	Sistema de freno defectuoso	3	54	5.36%	96.43%
7	Otros	2	56	3.57%	100.00%

# ANÁLISIS BASICO DE PARETTO N° 01

Camión volquete reg. 2423(Mes de abril-mayo-junio)



**Analizando el diagrama de Pareto N° 01 :**

Con una primera aproximación podemos decir que las  $\frac{3}{4}$  partes de fallas (75%) se deben a tres modos de fallas: “hojas de muelles rotos”, “**filtro de petróleo obstruido**” y “motor de arranque defectuoso”, siendo la primera la que más horas ha acumulado.

Teniendo en cuenta que es más fácil reducir una frecuencia elevada que otra baja, será más útil centrarse en estas 03 primeras fallas, sin dejar de ser importantes las otras. Ahora realizaremos el análisis básico de Pareto pero utilizando la frecuencia de fallas registradas en la tabla de datos siguiente: (cuadro N° 5.3 y diagrama de Pareto N° 02)

Cuadro N° 5.3

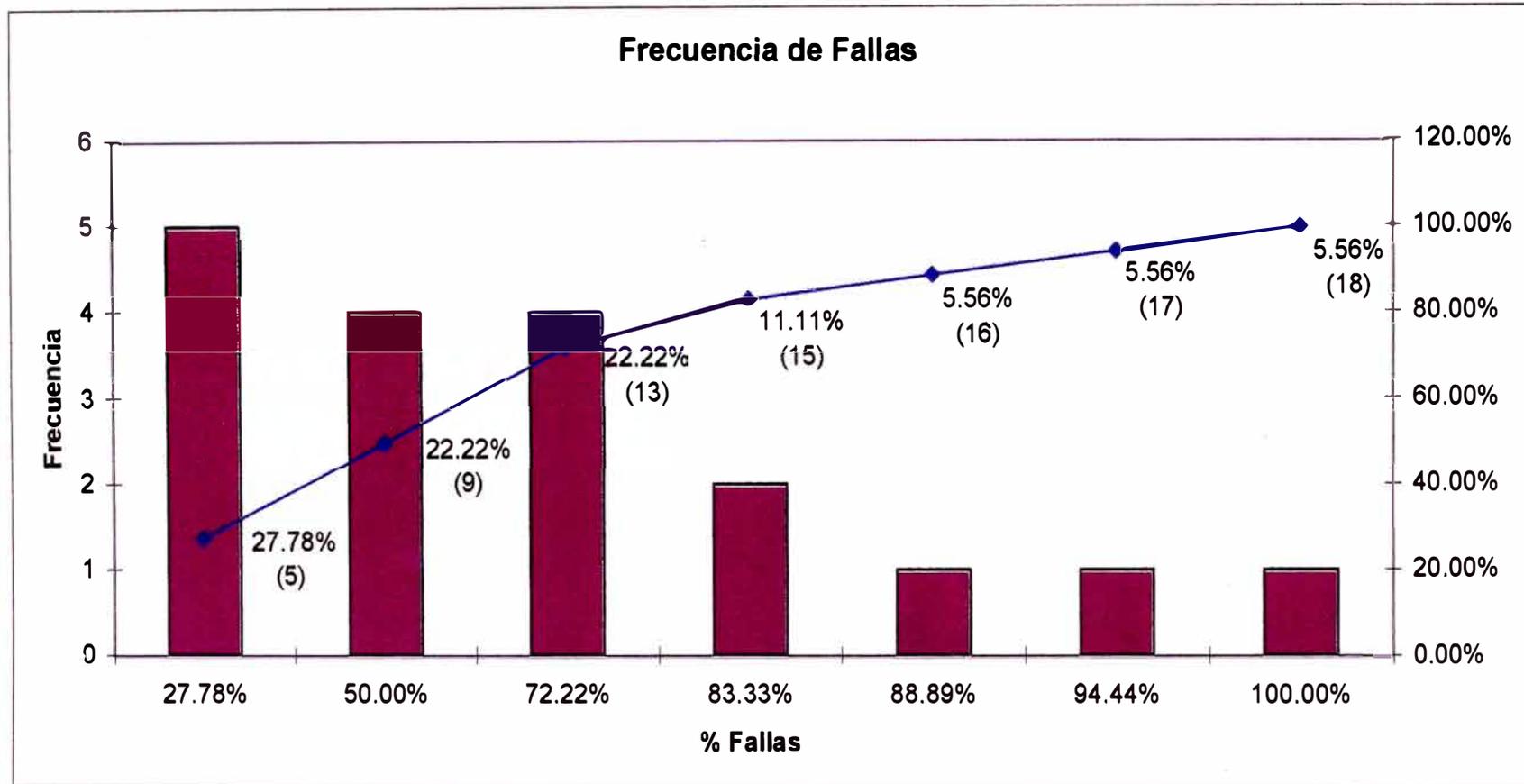
## FRECUENCIA DE FALLAS DE LAS UNIDADES

Camión volquete reg. 2423(Mes de abril-mayo-junio)

Ítem	Fallas	Horas paradas	Frecuencia de falla	Frecuencia Acumuladas	%Frecuencia de falla	%Frecuencia acumuladas
2	<b>Filtro de petróleo obstruido</b>	15	5	5	27.78%	27.78%
1	Hojas de muelles rotos	17	4	9	22.22%	50.00%
6	Sistema de freno defectuoso	3	4	13	22.22%	72.22%
3	Motor de arranque defectuoso	10	2	15	11.11%	83.33%
5	Alternador defectuoso	4	1	16	5.56%	88.89%
4	Rotura de perno central de muelle	5	1	17	5.56%	94.44%
7	Otros	2	1	18	5.56%	100.00%

# ANÁLISIS BASICO DE PARETTO N° 02

Camión volquete reg. 2423(Mes de abril-mayo-junio)



### **Analizando el diagrama de Pareto N° 02 :**

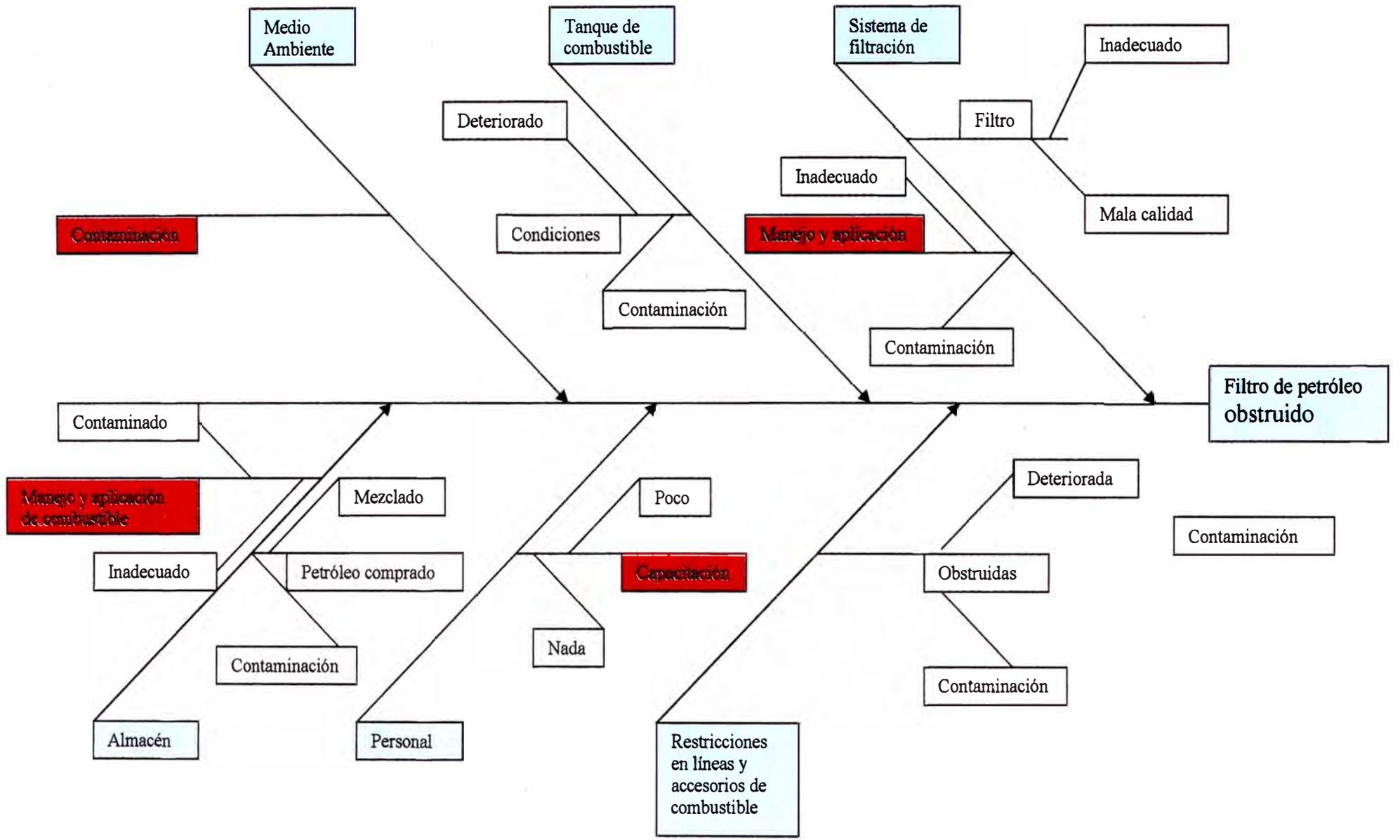
Utilizando el mismo criterio anterior podemos decir que las  $\frac{3}{4}$  partes de fallas (72.22%) se deben a tres modos de fallas: **“filtro de petróleo obstruido”**, “hojas de muelles rotos”, y “sistema de freno defectuoso”, siendo la primera la que más frecuentemente sucedió.

Si interceptamos con el diagrama de Pareto N° 01, vemos que los modos de falla **“filtro de petróleo obstruido”** y “hojas de muelle rotos” son las fallas con mayor horas y frecuencia de paradas.

#### **5.2.1 Uso del análisis de causa-efecto en el caso “filtro de petróleo obstruido” para ubicar las causas que originaron esta falla**

Nos ayudamos de esta herramienta para detectar las causas de falla del camión volquete Reg. 2423, consideramos que es una herramienta proactiva que nos permite claridad en las soluciones del mantenimiento preventivo. Enseguida analizamos el caso utilizando el diagrama causa y efecto:

DIAGRAMA CAUSA-EFECTO : “FILTRO DE PETROLEO OBSTRUIDO”



Analizando el diagrama de causa-efecto concluimos en lo siguiente:

- Las causas de falla se reducen a un **mal manejo y aplicación** del combustible y filtros, originando desgastes anormales e irreversibles a la unidad camión volquete reg. 2423.
- Según el análisis de causa y efecto, la **contaminación** es causa de falla de la unidad camión volquete reg. 2423, perdiendo precisión y reduciendo la vida de partes del sistema de alimentación.
- Sucede todo esto por desconocimiento y mala aplicación del mantenimiento preventivo que involucra la falta de capacitación del **personal**.

### **5.2.2 Pérdidas ocasionadas por la paralización del volquete Reg. 2423 debido a la obstrucción del filtro de petróleo**

En el cuadro N° 5.4 indicamos lo siguiente:

- **Pérdidas generales:** valor perdido por material no cargado, costo de mantenimiento correctivo, costo en obreros, costo del chofer u operador y costo del mecánico.
- **Costo en mantenimiento correctivo imprevisto:** costo de mantenimiento correctivo, costo del chofer u operador y costo del mecánico.
- **Costo normal en mantenimiento preventivo:** costo para cumplir el mantenimiento periódico indicado por el fabricante, actividades proactivas.

**Ahorros:** diferencia del gasto en mantenimiento correctivo imprevisto menos el gasto normal en mantenimiento preventivo (ver anexo E).

Para el caso **filtro de petróleo obstruido** (cuadro N° 5.4, ítem 2) se tiene un ahorro de \$. 114.00 dólares si se hubiera tomado las prevenciones necesarias en el mantenimiento preventivo aplicando los criterios mencionados en el subtítulo 5.2.3 que se menciona más adelante.

**Cuadro N° 5.4**

**AHORROS CON MEJORAMIENTO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

**UNIDAD CAMION VOLQUETE REG. 2423**

<b>Ítem</b>	<b>Mes</b>	<b>Reg.</b>	<b>Fallas</b>	<b>Pérdidas generales</b>	<b>Costo en mantenimiento correctivo imprevisto</b>	<b>Costo normal en mantenimiento</b>	<b>Ahorros</b>
1	Abril	2423	Hojas de muelles rotos	\$ .1010.42	\$ . 246.50	\$ . 22.47	\$ . 224.03
<b>2</b>	<b>Abril</b>	<b>2423</b>	<b>Filtro de petróleo obstruido</b>	<b>\$ . 805.08</b>	<b>\$ . 131.00</b>	<b>\$ . 17.00</b>	<b>\$ . 114.00</b>
3	Mayo	2423	Motor de arranque defectuoso	\$ . 537.73	\$ . 88.34	\$ . 14.00	\$ . 74.34
4	Mayo	2423	Rotura de perno central de muelle	\$ . 258,40	\$ . 33.66	\$ . 19.00	\$ . 14.66
5	Junio	2423	Alternador defectuoso	\$ . 245.70	\$ . 66.00	\$ . 22.00	\$ . 44.00
6	Junio	2423	Sistema de freno defectuoso	\$ . 205.01	\$ . 70.20	\$ . 4.00	\$ .66.20
7	Junio	2423	Otros	\$ . 131.34	\$ . 37.46	\$ . 10.00	\$ . 27.46
<b>TOTAL</b>				<b>\$ . 3193.68</b>	<b>\$ . 673.16</b>	<b>\$ . 108.47</b>	<b>\$ .564.69</b>

### **5.2.3 Solución para mejorar el mantenimiento preventivo (caso camión volquete reg. 2423)**

Capacitación al personal de almacén para el manejo y aplicación de combustible, lubricantes y repuestos:

- Capacitar al encargado de almacén en manejo y manipulación de equipos.
- Almacén de lubricantes y combustibles siempre limpios, ordenados y bien organizados.
- Tener siempre tapados los contenedores de lubricantes y combustibles.
- Tener claramente indicados los tipos de lubricantes.
- Tener siempre limpio los equipos para abastecimiento de combustible.
- Cada cierto tiempo limpiar el tanque de combustible de la unidad.

Capacitación a los chóferes, operadores y personal técnico en el manejo y aplicación de repuestos, lubricantes y combustible.

Hacer tomar conciencia al jefe del proyecto, administrador y personal en general de la importancia de capacitar al equipo técnico (involucrarlos si es posible a los fines de equipo mecánico).

Finalmente explicar a todo el personal del proyecto que las causas de falla generalmente se reducen a una mala aplicación o contaminación; y esta última es la causa más común de falla de las maquinas mecánicas y causa el 85% del desgaste de la maquinaria (ver anterior diagrama causa-efecto).

### 5.3 INDICADOR DE GESTION DE MANTENIMIENTO

Los indicadores de gestión de mantenimiento es la razón entre dos datos que sirve para:

- Controlar el comportamiento de objetivos
- Mostrar las tendencias de comportamiento del mantenimiento
- Mostrar la posición relativa respecto de un punto de referencia
- Plantear nuevas estrategias para el cumplimiento de metas.

Existe una diversidad de indicadores para evaluar las actividades de mantenimiento. Para evaluar el mantenimiento de las unidades del proyecto, en este caso vamos a utilizar el indicador de disponibilidad.

#### 5.3.1 Disponibilidad

Se define como el valor porcentual que indica que tiempo se encuentra disponible la máquina para producir.

La calculamos mediante la fórmula siguiente:

$$DISP = \frac{HROP}{(HROP + HTMN)} \dots\dots\dots(a)$$

Donde:

HROP: Horas de operación considerados, donde no se incluye domingos y feriados.

HTMN: Horas de Mantenimiento ( correctivo, preventivo, predictivo, emergencia y otros)

### **Disponibilidad del cargador frontal reg. 1050**

#### **- Horas de operación considerados en un mes( HROP):**

El mes de enero tiene 26 días hábiles, contando los 04 sábados con 5 horas de labor cada uno y ocho horas de labor los otros 22 días, tenemos:

$$\text{HORP} = 22 \text{ días} \times 8\text{hr/día} + 4 \text{ días} \times 5\text{hr/ día}$$

$$\text{HORP} = 196 \text{ hr.}$$

#### **- Calculamos las horas total de mantenimiento (HTMN):**

En el mes de enero-99 se realizo los siguientes mantenimientos:

- Mantenimiento correctivo = 5.0 horas
- Mantenimiento preventivo = ( M.P. 250 horas + M.P. 500 horas) =  
2.0 hrs. + 2.5 hrs. = 4.5 hrs.
- Mantenimiento predictivo = 0.0
- Mantenimiento de emergencia = 4.0 hrs.
- Lavado y engrase = 4.5 horas

Definidas las horas utilizadas para cada tipo de mantenimiento durante el mes, procedemos a sumar el total de horas. Para el mes de enero obtuvimos:

$$\text{HTMN} = \text{MC} + \text{MP} + \text{MPR} + \text{MP} + \text{LE} = 5.0 + 4.5 + 0.0 + 4.0 + 4.5 = 18 \text{ hrs.}$$

Los valores de horas utilizadas en mantenimiento preventivo para las diferentes maquinarias se obtienen de los cuadros N° 5.5 y cuadro N° 5.6.

Si remplazamos los valores de HORP Y HTMN en la fórmula (a) tendremos :

$$D = \frac{\text{HORP}}{(\text{HORP} + \text{HTMN})} = \frac{(196 \text{ hrs.})}{(196 \text{ hrs.} + 18 \text{ hrs.})} \times 100$$

D = 91.58 % (disponibilidad de máquina para el mes de enero – cargador frontal)

Utilizando el mismo procedimiento de cálculo, se halló la disponibilidad para cada máquina, donde observamos el aumento de la disponibilidad hasta 94.20 en el último mes del año (ver cuadro N° 5.7).

**Cuadro N°5.5**

**HORAS EMPLEADAS EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
PARA EQUIPO PESADO**

TIPO DE MAQUINA	FRECUENCIA (Hr)					LAVADO Y ENGRASE
	250	500	1000	2000	4000	
TRACTOR ORUGA	2.0	2.5	5.0	7.5		1.5
TRACTOR NEUMATICO	2.0	2.5	4.0	6.0		1.5
CARGADOR	2.0	2.5	4.0	6.0		1.5
MOTONIVELADORA	2.0	2.5	4.0	5.0		1.5
RODILLO	1.5	2.0	3.5	1.5		1.5

**Cuadro N°5.6**

**HORAS EMPLEADAS EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
PARA VEHICULOS**

TIPO DE MAQUINA	FRECUENCIA (Km)				LAVADO Y ENGRASE
	5,000	10,000	15,000	60,000	
VOLQUETES	3.0	4.0	5.0	6.0	1.5

Cuadro N° 5.7

## CUADRO DE DISPONIBILIDAD DE EQUIPO MECANICO

AÑO: 1999

ITEM	EQUIPO	REG.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	PROMEDIO
1	Cargador frontal	1050	91.58	92.15	90.20	86.79	91.35	92.11	94.10	87.20	92.33	90.50	92.78	92.90	91.16
2	Rodillo liso	089	-	-	-	-	92.23	95.33	97.34	96.58	97.21	93.21	93.22	95.24	95.04
3	Volquete( Km. )	2423	-	-	-	86.93	89.28	92.22	92.40	91.78	87.53	87.40	84.20	90.70	89.16
4	Volquete( Km.)	2424	89.70	90.32	91.34	92.21	85.67	89.31	86.88	90.33	90.45	87.97	93.85	94.89	90.24
5	Volquete( Km.)	2426	-	86.81	89.67	89.30	90.39	91.56	94.60	92.36	88.89	93.69	94.38	91.33	91.18
6	Tractor oruga	843	-	-	-	-	97.89	90.21	89.00	92.00	86.00	-	-	95.73	91.80
7	Tractor neumático	888	90.06	94.39	93.46	95.89	86.40	93.21	91.30	90.30	89.00	92.00	-	95.39	91.45
8	Motoniveladora	446	92.60	93.37	92.50	96.98	95.89	89.57	90.31	94.00	93.23	95.56	94.39	97.43	94.23
	Promedio		90.98	91.40	91.43	91.35	91.13	91.69	91.99	91.81	90.58	91.47	92.13	94.20	

#### 5.4 CASO CONFIABILIDAD (MCC)

Consiste en seleccionar una máquina o flota de equipos, identificada por su elevada importancia crítica en el mantenimiento de carreteras. Luego se analiza las funciones de los activos, ver cuales son sus posibles fallas, y detectar los modos de fallas o causas de fallas, estudiar sus efectos y analizar sus consecuencias. A partir de la evaluación de las consecuencias es que se determinan las estrategias más adecuadas al contexto de operación, siendo exigido que no sólo sean técnicamente factibles, sino económicamente viables. Para este caso seleccionamos el cargador frontal reg. 1050 por ser absolutamente necesario para garantizar la continuidad de los trabajos (nivel de criticidad A)

##### **Componentes críticos:**

- **Sistema de rodamientos** : neumáticos
- **Sistema de refrigeración** : radiador, refrigerante, termostato, bomba de agua.
- **Sistema de lubricación** : lubricantes, filtros, bomba de aceite.
- **Sistema hidráulico** : actuadores( retenes, sellos, etc.), bomba de aceite, lubricante, mangueras, etc.
- **Sistema de admisión y escape**: turbocompresor, filtros, sellos, etc.
- **Sistema de combustible** : combustible, filtros, tanque, cañerías.
- **Sistema de alimentación de combustible**: bomba de Inyección, cañerías, etc.
- **Motor** : todas las partes en sí.
- **Sistema de herramientas de trabajo** : cucharón, uñas, barras, brazos.

- **Sistema eléctrico**: alternador, arrancador, batería, fusibles, cablería, etc.

Los componentes **subrayados** podemos tomarlo como los más críticos, sin descuidar otros sistemas. Para este caso de confiabilidad tomamos el sistema de refrigeración del cargador frontal Komatsu WA-320 reg. 1050.

### **Definición de funciones (cargador frontal)**

- Cargar material en cantera a los camiones volquetes, preparar material, cortar, extender material, etc.
- Acarrear material a puntos cercanos.
- Cargar desmante a camiones volquetes.

### **Determinar fallas funcionales**

- Sistema de rodamiento: llanta baja.
- Sistema de refrigeración: recalentamiento.
- Sistema hidráulico: fugas, ciclos lentos, operación ruidosa.
- Sistema de lubricación: recalentamiento, presión, desgastes.
- Sistema de admisión y escape: pérdida de fuerza.
- Sistema de combustible: pérdida de fuerza.
- Sistema eléctrico: no arranca.
- Sistema de alimentación de combustible: pérdida de fuerza.
- Motor: varios.
- Sistema de levante: dificultad para cortar.

### **Identificar modos de fallas**

- Sistema de refrigeración: correa del ventilador, termostato, bomba de agua, mangueras, radiador.
- Sistema hidráulico: bomba, sellos, retenes, aceite, vástago.
- Sistema de lubricación: bomba, filtros obstruidos, viscosidad incorrecta del aceite.
- Sistema de admisión y escape: filtros obstruidos, sellos.
- Sistema de combustible: filtros obstruidos, petróleo sucio, cañerías.
- Sistema eléctrico: arrancador dañado, batería descargada, alternador.
- Sistema de alimentación de combustible: bomba de inyección, inyectores, filtros, cañerías.
- Motor: válvulas, balancines, anillos, eje de levas.
- Sistema de levante: uñas desgastadas, cucharón debilitado.
- Sistema de rodamiento: llantas con cámaras en malas condiciones, algunas no tienen.

### **Efectos y consecuencias de las fallas**

- Efectos paralización de la maquinaria (inoperatividad).
- Consecuencias: retraso en las obras, crea desempleo, se paralizan las demás unidades, aumento del presupuesto de la obra, daños indirectos, etc.

### **Aplicación de la hoja de decisión (caso sistema de refrigeración)**

1. ¿Cuál es la función del activo?

Cortar, apilar y cargar material a los camiones volquetes, cargar desmonte.

2. ¿De qué manera puede fallar?

Por conductos del refrigerante atascado, tapa de radiador deteriorado, fuga de compresión por junta de culata (ver árbol de decisión lógico).

3. ¿Qué origina la falla?

Refrigerante en malas condiciones (sucio), fuga de compresión por junta de culata.

4. ¿Qué pasa cuando falla?

Se paraliza la unidad dejando de producir, retraso de obra.

5. ¿Importa si falla?

Sí porque crea desempleo, paralización de otras unidades, paralización de personal, retraso de obra.

6. ¿Se puede hacer algo para prevenir la falla?

Si; cambiar el refrigerante a tiempo (cada seis meses), usar el adecuado, Sondear cada año el sistema, tener el termostato en buenas condiciones.  
(nuestro caso)

7. ¿Qué pasa si no podemos prevenir la falla?

Si no la pudiéramos prevenir, tenemos que tener alternativas de solución (plan de contingencia) : alquilar otro cargador.

### **Gastos para garantizar la confiabilidad productiva de la unidad (nuestro caso)**

Cambiar refrigerante cada año	S/. 400.00
Resistor del refrigerante	S/. 80.00
Sondeo del radiador	S/. 200.00
Tapa de radiador	S/. 90.00
Personal que interviene	S/. 60.00
<b>TOTAL</b>	<b>S/. 830.00 nuevos soles anuales</b>

Si no podemos prevenir la falla tenemos que buscar otra alternativa para no parar el ritmo de trabajo, esto también implica realizar otros gastos:

### **Gastos de reparación y alquiler**

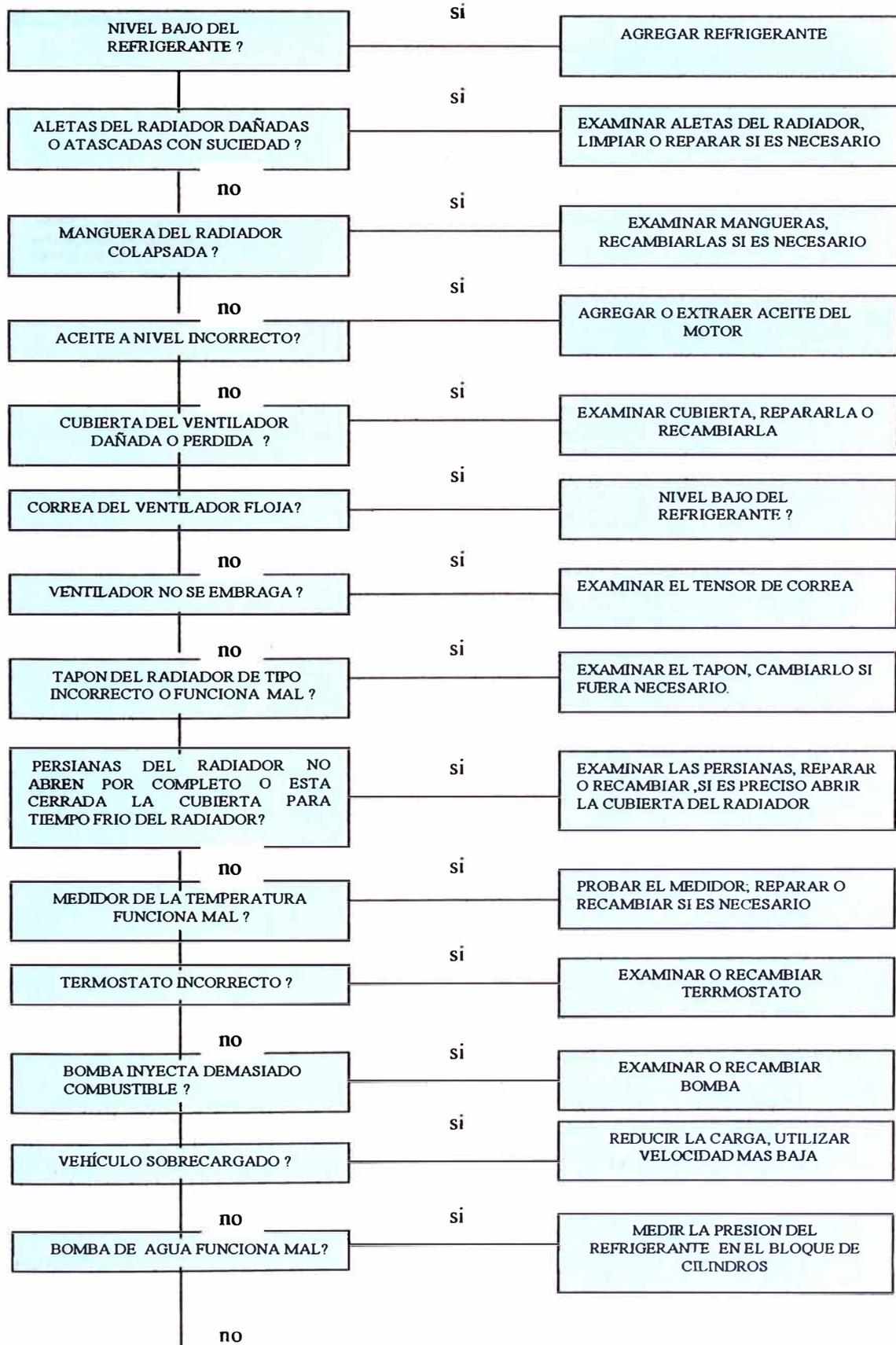
Alquilar otro cargador	S/. 135.00 x hora
Gastos de reparación	S/. 800.00
Pérdida de producción	S/. 159.34 x hora
<b>TOTAL de gastos en una hora</b>	<b>S/. 959.340 nuevos soles anuales</b>

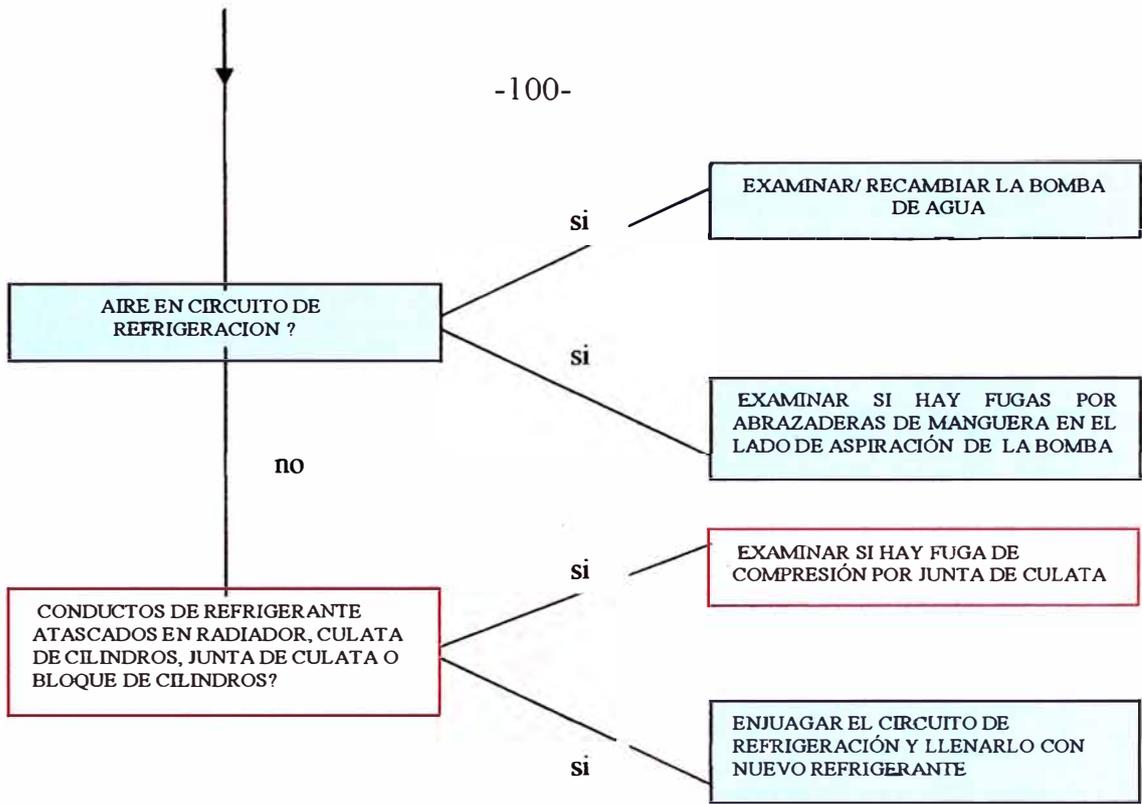
En las pérdidas de producción no se incluye retraso de la obra, desempleo, afecciones a terceros, etc.

Si comparamos con los **gastos para garantizar la confiabilidad de la máquina** y los **gastos de reparación y alquiler** nos resulta que sale más caro este último, generando retrasos en el mantenimiento de las carreteras y pérdidas de tiempo.

Esto nos enseña que el mantenimiento cuesta pero el no hacerlo cuesta más.

## ARBOL DE DECISION LÓGICO (SISTEMA DE REFRIGERACIÓN) CASO CARGADOR FRONTAL : RECALENTAMIENTO





## **CAPITULO VI**

### **COSTOS**

Cada fin de mes desarrollamos nuestros cuadros de costos como una guía de los gastos realizados en la aplicación del programa de mantenimiento preventivo( los primeros meses se realizan los mayores gastos con el fin de dejar las máquinas en buenas condiciones para el desarrollo de sus funciones), sin embargo debemos tener presente que los costos de operación pueden variar mucho por diferentes factores: precios locales de combustible y lubricantes, tipos de trabajo, situación económica inestable del país. Para confeccionar estos cuadros mensuales, es necesario que la parte administrativa nos brinde toda la información de los gastos realizados durante el mes, como boletas, facturas, etc.

Muy aparte tenemos la obligación de presentar estos cuadros (formatos pre-establecidos por MTC) al residente de obra para que sean enviados a la Dirección General de Conservación Vial del Ministerio de Transportes y Comunicaciones ubicado en la ciudad de Lima.

### **6.1 COSTO DE COMBUSTIBLE (A)**

El consumo de combustible por hora es variable, dependiendo fundamentalmente de la potencia media ó la carga aplicada por el equipo (zona A, B, y C ó aplicación liviana, moderada ó severa). Además por la situación económica inestable del país, el costo del petróleo sufre variaciones frecuentes en el precio, para nuestro análisis hemos tomado un valor promedio realista para esa fecha.

Precio del petróleo diciembre del 99: S/. 5,60. (ver cuadros 6.1, 6.2)

### **6.2 COSTO DE LUBRICANTES, FILTROS Y GRASAS (B)**

Utilizamos un formato especial para el cálculo de costos de lubricantes, filtros y grasas. Al igual que el petróleo tiene alteraciones en el precio en cortos tiempos, por lo que el costo/ hora va estar variando. (ver cuadros N° 6.1 y 6.2)

### **6.3 COSTO DE NEUMÁTICOS O TREN DE RODAJE(C)**

Tomamos el precio correspondiente a la medida y clasificación del neumático. (Ver cuadros N° 6.1 y 6.2)

### **6.4 COSTO DE ELEMENTOS ESPECIALES DE DESGASTE (D)**

Nos referimos como elementos especiales de desgaste a las herramientas de corte que forman parte de las siguientes máquinas:

**Tractor oruga:** cuchillas, cantoneras, puntas desgarrador.

**Cargador:** cuchillas, dientes, guarda esquinas, plancha de desgaste.

**Motoniveladora** : cuchillas, cantoneras, diente escarificador. (ver cuadros N° 6.1 y 6.2)

#### **6.5 COSTO DE SALARIO DEL OPERADOR/ CHOFER (E)**

El salario de operador/ chofer incluye los pagos que el empleador realiza, más su seguro, pensiones, y otros beneficios. El salario del operador y chofer está en: S/.1.150,00 n.s. (ver cuadros N° 6.1 y 6.2)

#### **6.6 COSTO DE VARIOS (F)**

Sabemos que los costos de reparación son bajos o casi nada cuando el equipo está nuevo, pero conforme se utiliza va aumentando, y es cuando comienza aparecer los costos de reparaciones en general (alternador, arrancador, radiador, cambio de mangueras, bocinas, pernos, soldaduras etc.); excepto lo que es un overhaul. ( ver cuadros N° 6.1 y 6.2)

#### **6.7 CALCULO DEL COSTO DE OPERACIÓN/ HORA (COH)**

Este índice de control nos permite ver el desarrollo de la gestión de mantenimiento: tendencias, posición relativa respecto de un punto de referencia, plantearse nuevas estrategias para el cumplimiento de metas, y puede ser calculado mensual o anualmente.

$$\text{COH} = (a+b+c+d+e+f) / \text{hora}$$

##### **Cargador frontal:**

Calcularemos el **COH** (costo de operación/ hora)

Del cuadro N° 6.2 y del 6.4

$$\text{COH} = \text{CO} / \text{H} = \text{S/} 65,150.7 / 1,750.4 = \text{S/} \mathbf{37.22 / \text{hora.}}$$

Podemos también calcularlo mensualmente:

**COM** (costo de operación mensual)

**Tomamos del mes de diciembre-99 ( ver cuadro N° 6.1)**

$$\text{COM} = 5,102.7 / 78.4 = \text{S/} \mathbf{65.08 / \text{hora}}$$

**Volquete reg. 2423 :**

Seguimos los mismos pasos de cálculo para el cargador frontal, considerando una velocidad promedio para los volquetes de 18 Kms / hora.

De la tabla N° 6.2 y 6.3:

$$\text{COH} = \text{S/} 35,844.16$$

kilómetros en el año = 15,461.18km.

$$(18\text{km./ hora}) \times (1 / 15,461.18\text{km.}) = 0.00116 / \text{hrs.}$$

$$\text{COH} = \text{CO} / \text{H} = \text{S/} 35,844.16 \times 0.00116 / \text{hrs.} = \text{S/} \mathbf{41.70 / \text{hora}}$$

El costo de operación-hora (COH), de las demás máquinas se encuentran en el cuadro N° 6.4.

## **6.8 CONSTRUCCION DE CUADROS Y GRAFICOS ESTADÍSTICOS ANUALES Y MENSUALES**

Estos cuadros y gráficos que aplicamos son de gran importancia para la gestión de mantenimiento preventivo, y nos sirven para explicar el desarrollo producido por las maquinarias. En el anexo A colocamos los formatos de gasto mensual de equipo de cada unidad del mes de diciembre del año 1,999, así de igual se confecciona para los otros meses.

Valor del dólar el año 1,999: \$. 3.391 nuevos soles (valor promedio- INEI).

**MINISTERIO DE TRANSPORTES  
Y COMUNICACIONES  
PROYECTO CARRETERA CALCA-QUEBRADA  
CHAHUARES-QUITENI**

**Cuadro N° 6.1**

**CUADRO DE COSTO DE EQUIPO MECANICO**

**MES : DICIEMBRE-99**

ITEM	EQUIPO	REG.	COMBUSTIBLE (PETROLEO) ( a )	ACEITE FILTROS GRASA			NEUMÁTICOS O TREN DE( c ) RODAMIENTO	ELEMENTOS ESPECIALES DESGASTE(d)	VARIOS ( f )	SALARIO OPERADOR CHOFER(e)	COSTO TOTAL
1	Cargador frontal	1050	1,645	770.00	212.00	54.30	0	0	170.00	1,150.00	5,102.7
2	Rodillo liso	089	448	0	0	18.08	0	0	0	1,150.00	1,616.08
3	Volquete	2423	961.35	203.00	492.00	27.12	0	0	1,090.00	1,150.00	3,923.47
4	Volquete	2424	1,708.00	311.00	112.00	54.30	0	0	240.00	1,150.00	3,575.3
5	Volquete	2426	1,478.40	203.00	112.00	54.30	0	0	200.00	1,150.00	3,197.7
6	Tractor oruga	843	555.52	261.00	104.00	54.30	54.00	0	85.00	1,150.00	4,117.32
7	Tractor neumático	888	2,553.60	377.00	640.00	54.30	0	0	0	1,150.00	4,774.9
8	Motoniveladora	446	2,296.00	116.00	149.00	54.30	0	0	0	1,150.00	3,765.3
	<b>TOTAL</b>		11,647.27	2241	1821	371	54	2,953.5	1,785	9,200	30,072.77

**MINISTERIO DE TRANSPORTES  
Y COMUNICACIONES  
PROYECTOCARRETERA CALCA-QUEBRADA  
CHAHUARES-QUITENI**

**Cuadro N° 6.2**

**CUADRO DE COSTO DE EQUIPO MECANICO  
AÑO : 1999 (enero-diciembre)**

<b>ITEM</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>REG.</b>	<b>AÑO</b>	<b>COMBUSTIBLE (PETROLEO) (a)</b>	<b>ACEITE</b>	<b>FILTROS (b)</b>	<b>GRASA</b>	<b>NEUMÁTICOS O TREN DE (c) RODAMIENTO</b>	<b>ELEMENTOS ESPECIALES DESGASTE(d)</b>	<b>VIARIOS (f)</b>	<b>SALARIO OPERADOR (e)</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
1	Cargador frontal	1050	94	37,613.8	5,540	1,411	705.90	4,500	1,100	480	13,800	65,150.7
2	Rodillo liso	089	94	4,396	1,01.5	547	126.58	0	0	75	9,200	14,347.08
3	Volquete	2423	95	15,181.12	1,528	1,636	461.04	3,400	0	3,288	10,350	35,844.16
4	Volquete	2424	95	17,396	1,839	1,412	596.70	4,000	0	706	13,800	39,749.7
5	Volquete	2426	95	16,723.2	1,528	1,293	519.70	3,400	0	627	12,650	36,740.9
6	Tractor oruga	843	78	5,769.12	522	208	232.30	108	1,853.50	211	6,900	15,803.92
7	Tractor neumático	888	94	39,696.16	1,975.50	1,397	405.30	0	198	735	12,650	57,056.96
8	Motoniveladora	446	94	28,485.8	2,572	1,906	531.30	1,800	1,600	67	13,800	50,762.1
	<b>TOTAL</b>			165,261.2	15,507	9,810	3578.82	17,208	4,751.5	6,189	93,150	315,455.52

**MINISTERIO DE TRANSPORTES  
Y COMUNICACIONES  
PROYECTO CARRETERA CALCA-QUEBRADA  
CHAHUARES-QUITENI**

**Cuadro N° 6.3  
RECORRIDO DE HORAS Y KILÓMETROS ANUAL DE EQUIPO MECANICO**

**AÑO: 1999**

<b>ITEM</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>REG.</b>	<b>ENERO</b>	<b>FEB.</b>	<b>MARZO</b>	<b>ABRIL</b>	<b>MAYO</b>	<b>JUNIO</b>	<b>JULIO</b>	<b>AGOS.</b>	<b>SEP.</b>	<b>OCT.</b>	<b>NOV.</b>	<b>DIC.</b>	<b>TOTAL</b>
<b>1</b>	<b>Cargador frontal</b>	<b>1050</b>	161	157	154	117	135	166	153	170	161	147	151	78.4	1,750.4
<b>2</b>	<b>Rodillo liso</b>	<b>089</b>	0	0	0	0	45	60	65	57	41	30	66	38	402
<b>3</b>	<b>Volquete( Km. )</b>	<b>2423</b>	0	0	0	1,600	2,400	2,410	2,037	1,670	1,843	1,784	670	1,047.1	15,461.1
<b>4</b>	<b>Volquete( Km.)</b>	<b>2424</b>	596	348	589	1,743	2,367	2,227	2,451	1,563	1,833	1,679	702	1,830	17,928
<b>5</b>	<b>Volquete( Km.)</b>	<b>2426</b>	0	689	587	1,704	2,573	2,388	1,985	1456	1,800	1,689	127	1,531	16,529
<b>6</b>	<b>Tractor oruga</b>	<b>843</b>	0	0	0	0	66	46	67	53	56	0	0	31	319
<b>7</b>	<b>Tractor neumático</b>	<b>888</b>	26	22	14	6	110	145	167	158	159	134	0	65	1,006
<b>8</b>	<b>Motoniveladora</b>	<b>446</b>	25	17	12	45	147	154	160	160	174	168	138	105	1,305

**Cuadro N° 6.4****CUADRO DE COSTO DE OPERACIÓN ANUAL X MAQUINA****AÑO : 1999**

<b>ITEM</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>REG.</b>	<b>COSTO</b>	<b>HORAS</b>	<b>COSTO / HORA</b>
<b>1</b>	<b>Cargador frontal</b>	1050	65,150.7	1,750.4	37.22
<b>2</b>	<b>Rodillo liso</b>	089	14,347.08	402	35.68
<b>3</b>	<b>Volquete</b>	2423	35,844.16	858.9	41.70
<b>4</b>	<b>Volquete</b>	2424	39,749.70	996	39.90
<b>5</b>	<b>Volquete</b>	2426	36,740.90	918.2	40.01
<b>6</b>	<b>Tractor oruga</b>	843	15,803.92	319	49.54
<b>7</b>	<b>Tractor neumático</b>	888	57,056.96	1,006.0	56.71
<b>8</b>	<b>Motoniveladora</b>	446	50,762.1	1,305.0	38.90

## **6.9 CONSUMO ESPECÍFICO DE COMBUSTIBLE DE LAS UNIDADES**

Estos valores nos permiten observar el rendimiento de las unidades y comparar con parámetros estándares.

En el cuadro 6.6 tenemos el consumo de combustible anual de cada máquina, el cual dividimos entre las horas de operación igualmente anual de cada máquina (cuadro N° 6.3), para obtener el consumo específico para cada máquina. (ver cuadro N° 6.5).

El consumo de combustible anual del cuadro N° 6.6, también lo representamos en gráficos de consumo anual (gráfico N° 01) y variación del consumo de combustible (gráfico N° 02).

**Cuadro N° 6.5****CUADRO DE INDICES DE CONTROL (CONSUMO ESPECIFICO)****AÑO : 1999**

<b>ITEM</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>REG.</b>	<b>COMBUSTIBLE (PETROLEO) GLNS.</b>	<b>HORAS KMS.</b>	<b>GLNS./ HORA</b>	<b>KMS./ HORA</b>
<b>1</b>	<b>Cargador frontal</b>	1050	6,717	1,750.4	3.84	
<b>2</b>	<b>Rodillo liso</b>	089	785	402	1.95	
<b>3</b>	<b>Volquete (Km.)</b>	2423	2,550.29	15,461.1		6.87
<b>4</b>	<b>Volquete (Km.)</b>	2424	3,106.43	17,928		5.77
<b>5</b>	<b>Volquete (Km.)</b>	2426	2,722.3	16,529		6.00
<b>6</b>	<b>Tractor oruga</b>	843	1,030	319	3.22	
<b>7</b>	<b>Tractor neumático</b>	888	7,088.6	1,006	7.04	
<b>8</b>	<b>Motoniveladora</b>	446	5,086.75	1,305	3.90	

**Cuadro N° 6.6****CONSUMO DE COMBUSTIBLE ANUAL DE EQUIPO MECANICO (glns.)****AÑO: 1999**

<b>ITEM</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>REG.</b>	<b>ENERO</b>	<b>FEBRERO</b>	<b>MARZO</b>	<b>ABRIL</b>	<b>MAYO</b>	<b>JUNIO</b>	<b>JULIO</b>	<b>AGOS.</b>	<b>SEP.</b>	<b>OCT.</b>	<b>NOV.</b>	<b>DIC.</b>	<b>TOTAL Glns.</b>
<b>1</b>	<b>Cargador frontal</b>	<b>1050</b>	670	615	600	445	519	626	580	638	608	556	566	294	6,717
<b>2</b>	<b>Rodillo liso</b>	<b>089</b>	0	0	0	0	90	119	127	108	79	57	125	80	785
<b>3</b>	<b>Volquete</b>	<b>2423</b>	0	0	0	262.30	392.80	398.40	331.20	271.85	306.10	299.34	116.30	172	2,550.29
<b>4</b>	<b>Volquete</b>	<b>2424</b>	97.30	57	96.60	295.60	444.70	391.40	409.20	284.20	307.03	294.60	123.80	305	3,106.43
<b>5</b>	<b>Volquete</b>	<b>2426</b>	0	109.25	96.20	278	423.90	395.05	324.90	236	293.60	280.30	21.10	264	2,722.3
<b>6</b>	<b>Tractor oruga</b>	<b>843</b>	0	0	0	0	215	150	220	175	171	0	0	99	1,030
<b>7</b>	<b>Tractor neumático</b>	<b>888</b>	189.8	162.8	98	43	779	1,022	1,175	1,103	1,117	943	0	456	7,088.6
<b>8</b>	<b>Motoniveladora</b>	<b>446</b>	100	65.75	48	191	570	600	630	625	687	620	540	410	5,086.75
	<b>TOTAL</b>		1,057.1	1,009.8	9,38.8	1,514.9	3,434.4	3,701.85	3,797.3	3,441.05	3,568.7	3050.24	1,492.2	2,080	29,086.37

### CONSUMO DE COMBUSTIBLE AÑO-1999

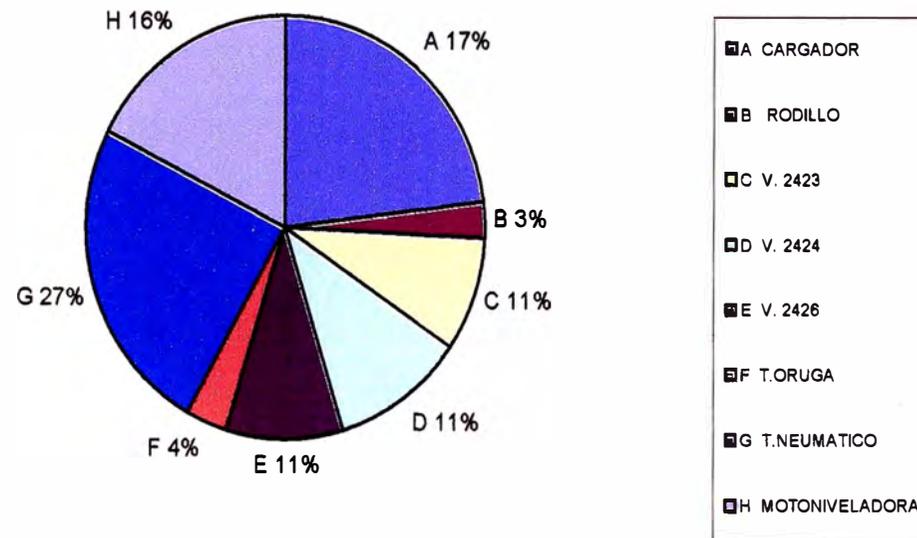


Gráfico N° 01

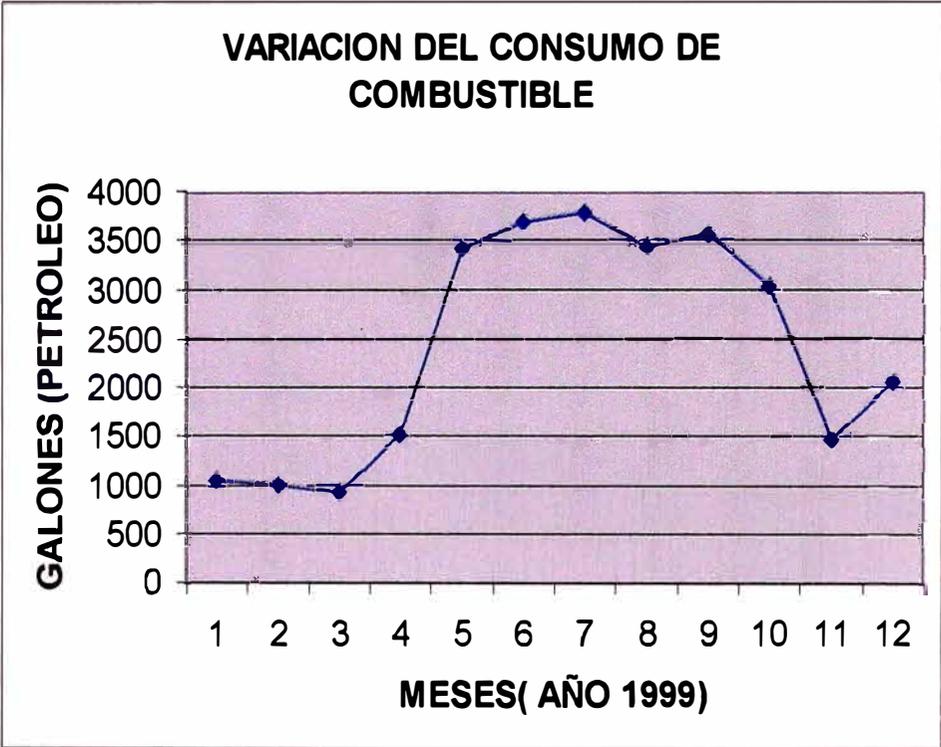


Gráfico N° 02

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

1. Al mejorar el programa de mantenimiento se incrementó la disponibilidad de la maquinaria desde 90.98 % que tenía en el mes de enero del 99 a 94.20 % en el mes de diciembre del mismo año.
2. El identificar por nivel de criticidad, incorporar por sistemas al mantenimiento preventivo, la participación y experiencia del personal de equipo mecánico, la participación desinteresada de abastecimientos, asimismo el realizar en algunas ocasiones el mantenimiento por la condición de la máquina; se logró restar los tiempos de inactividad de las máquinas por fallas.
3. Involucrar al mantenimiento preventivo hacia acciones proactivas tratando de hacer partícipe a todo el personal (operadores, chóferes, mecánicos, ayudantes, personal administrativo, jefe de equipo mecánico, residente de obra) para conseguir mayor disponibilidad, confiabilidad, mayor vida útil de las maquinarias. Esto implica grandes esfuerzos de todos los involucrados y grandes cambios de paradigmas.
4. Fomentar en el proyecto el uso de herramientas de calidad como tabla de datos, Pareto, análisis de causa-efecto y otras herramientas proactivas que nos permita detectar las fallas más significativas que haya impactado en la producción. Buscar las causas de falla de las maquinarias y no a sus

síntomas o efectos. Esta filosofía trata de conseguir ahorros, extender la vida útil de las maquinarias y no hacer reparaciones cuando nada está roto, no convivir con fallas como algo normal.

5. El historial y la información que se tiene de las máquinas para un programa de mantenimiento es indispensable. Toda esta información debe ser clasificada y estar al alcance de todo el personal de equipo mecánico (esta información debe ser constantemente actualizada y ser lo mas veraz posible) para tomar decisiones basadas en datos y condición de la maquinaria y no en supuestos.
  
6. Para obtener mejores resultados en el programa de mantenimiento preventivo es necesario difundir en el personal de equipo mecánico los principios básicos de lubricación y control de la contaminación, logrando mejoras de confiabilidad, disponibilidad, mayor vida útil y un eficiente funcionamiento de la maquinaria, disminuyendo además el desgaste.  
Esto se logrará, educando y entrenando al personal involucrado.

## **BIBLIOGRAFIA**

### **Mantenimiento de Maquinaria Pesada Caterpillar**

Colegio de Ingenieros del Perú

### **Auditoria de Mantenimiento Industrial**

Ing. Pedro Vargas Gálvez

### **Gestión del Mantenimiento (V ciclo de Actualización de Conocimientos - UNI)**

Ing. Víctor Ortiz A.

### **Nuevas Técnicas de Gestión de Mantenimiento**

Ing. Rubén Gómez Sánchez Soto

### **Gestión Integral de la Calidad (V ciclo de Actualización de Conocimientos -**

UNI). Ing. Jorge Cuadros Blas

### **Manual de Operación y Mantenimiento**

Empujadora niveladora sobre ruedas WD420-1 Komatsu

### **Manual de Operación y Mantenimiento**

Motoniveladora GD511A-1 Komatsu

**Manual de Rendimiento. Edición 28**

Caterpillar

**Mejoramiento del Mantenimiento en Flotas Vehiculares**

Ing. Armando Maldonado Susano – México.

**La gestión de Mantenimiento**

Ing. Adriana Chaves S. DEMASA-Costa Rica.

**Implementación de un Programa de Mantenimiento Proactivo**

Ing. Gerardo Trujillo C. [www.noria.com.mx](http://www.noria.com.mx)

**El Hombre de Mantenimiento**

Ing. Santiago Sotuyo Blanco. [www.mantenimientomundial.com](http://www.mantenimientomundial.com)

# **ANEXO A**

- **VALORES DE LIMITES MÁXIMOS PERMISIBLES**
- **FORMATO DE PEDIDO DE REPUESTO**
- **FORMATO DE GASTO MENSUAL DE EQUIPO**



## GASTO MENSUAL DE EQUIPO

**UNIDAD : CARGADOR FRONTAL  
REGISTRO :1050**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P./ UNITARIO	PRECIO TOTAL
<b>a)COMBUSTIBLE</b>				
PETROLEO	glns..	293.75	5,60	1.645,00
<b>b)Lubricantes, filtros y grasa</b>				
SAE 15w40	glns.	07	29,00	203,00
Grasa EP-2	libras	12	4,52	54.30
LF.6134-51-5120	Unidad	01	70,00	70,00
FF-5058	unidad	01	42,00	42,00
SAE 10W	Glns.	21	27,00	567,00
Filtro hidráulico	unidad	01	100,00	100,00
<b>c) Neumáticos o tren De rodaje</b>				
<b>d)Elementos especiales de desgastes</b>				
Cuchillas	juego			1.100,00
<b>e) Varios</b>				
Reparación arrancador				170,00
<b>f) Costo de salario Chofer/ Operador</b>				
				1.150,00
			<b>TOTAL</b>	<b>5.101,30</b>

**MES : DICIEMBRE-99**

## GASTO MENSUAL DE EQUIPO

**UNIDAD : CAMION VOLQUETE**

**REGISTRO :2423**

**MES : DICIEMBRE-99**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P./ UNITARIO	PRECIO TOTAL
<b>a)COMBUSTIBLE</b>			<b>S/. Nuevos soles</b>	<b>S/. Nuevos soles</b>
PETROLEO	glns..	171,67	5,60	961,35
<b>b)Lubricantes, filtros y grasa</b>				
SAE 15w40	glns.	07	29,00	203,00
Grasa EP-2	Libras	06	4,52	27,12
LF-3000(f. de aceite)	Unidad	01	45,00	45,00
FS-1251(f. de petróleo)	unidad	01	35,00	35,00
Wf-2053(resistor-agua)	Glns.	21	37,00	37,00
Filtro de aire	primario	01		
	secundario	01		375,00(ambos filtros)
<b>c) Neumáticos o tren De rodaje</b>				
<b>d)Elementos especiales de desgastes</b>				
<b>e) Varios</b>				
Reparación Alternador				170,00
Compra de termostato				120,00
02baterías 23 placas c/u	unidad	02	267,00	534,00
04 bornes	unidad	04	1,50	6,00
Anticongelante	glns.	04	65,00	260,00
<b>f) Costo de salario Chofer/ Operador</b>				1.150,00
			<b>TOTAL</b>	<b>3923,47</b>



## GASTO MENSUAL DE EQUIPO

**UNIDAD : CAMION VOLQUETE**

**REGISTRO :2426**

**MES : DICIEMBRE-99**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P./ UNITARIO	PRECIO TOTAL
<b>a)COMBUSTIBLE</b>				
PETROLEO	glns..	264	5,60	1.478,40
<b>b)Lubricantes, filtros y grasa</b>				
SAE 15w40	glns.	07	29,00	203,00
Grasa	Libras	12	4,52	54.30
LF.6134-51-5120	Unidad	01	70,00	70,00
FF-5058	unidad	01	42,00	42,00
<b>c) Neumáticos o tren De rodaje</b>				
<b>d)Elementos especiales de desgastes</b>				
<b>e) Varios</b>				
Reparación arrancador				95,00
Reparación alternador				105,00
<b>f) Costo de salario Chofer/ Operador</b>				
				1.150,00
			<b>TOTAL</b>	<b>3.197,70</b>



## GASTO MENSUAL DE EQUIPO

**UNIDAD : TRACTOR NEUMATICO**

**REGISTRO :888**

**MES : DICIEMBRE-99**

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P./ UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
<b>a)COMBUSTIBLE</b>				
PETROLEO	glns..	456	5,60	2553.60
<b>b)Lubricantes, filtros y grasa</b>				
SAE 15w40	glns.	13	29,00	377,00
Grasa EP-2	Libras	12	4,52	54.30
LF-670	Unidad	01	35,00	35,00
FF-105-D	unidad	02	47,00	94,00
WF-2071(resistor-agua)	unidad.	01	37,00	37,00
Filtro de aire:	juego			
-69303127-76		01		
-69303128-68		01		474,00(juego)
<b>c) Neumáticos o tren De rodaje</b>				
<b>d)Elementos especiales de desgastes</b>				
<b>e) Varios</b>				
<b>f) Costo de salario Chofer/ Operador</b>				1.150,00
			<b>TOTAL</b>	<b>4.774,90</b>





## GASTO MENSUAL DE EQUIPO

UNIDAD : CAMION CISTERNA

REGISTRO :01

MES : DICIEMBRE-99

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P./ UNITARIO	PRECIO TOTAL
<b>a) COMBUSTIBLE</b>				
PETROLEO	glns..	87,00	5,60	487,20
<b>b) Lubricantes, filtros y grasa</b>				
Grasa EP-2	lbs.	04	4,52	18,08
<b>c) Neumáticos o tren De rodaje</b>				
<b>d) Elementos especiales de desgastes</b>				
<b>e) Varios</b>				
Reparación arrancador				70,00
<b>f) Costo de salario Chofer/ Operador</b>				1.150,00
			<b>TOTAL</b>	<b>1.725,20</b>

## TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

**Precisan y modifican disposiciones del Anexo N° 1 del D.S. N° 047-2001-MTC que estableció Límites Máximos Permisibles de Emisiones Contaminantes para vehículos automotores**

### DECRETO SUPREMO N° 002-2003-MTC

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, el Reglamento Nacional de Vehículos aprobado por Decreto Supremo N° 034-2001-MTC, establece que los límites máximos permisibles de emisiones de gases contaminantes para vehículos nuevos que se incorporen al parque automotor, se adecuarán a la norma que emita posteriormente el Ministerio de Transportes y Comunicaciones;

Que, el Decreto Supremo N° 047-2001-MTC establece los Límites Máximos Permisibles de Emisiones Contaminantes para vehículos automotores cuyos valores están vigentes;

Que, resulta necesario establecer el procedimiento a través del cual vehículos nuevos que se incorporen al parque automotor deberán acreditar el cumplimiento de lo dispuesto en el Decreto Supremo N° 047-2001-MTC;

Que, el artículo 7 del Decreto Supremo N° 047-2001-MTC autoriza al Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción, a través de la Dirección General de Medio Ambiente, a revisar y ajustar los Límites Máximos Permisibles, mediante Resolución Ministerial;

Que, mediante Ley N° 27791, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, se determinó el ámbito, estructura orgánica básica, competencia y funciones del Ministerio;

Que, por Decreto Supremo N° 041-2002-MTC se aprobó el Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, en el cual se ha considerado como un órgano de línea del subsector transportes a la Dirección General de Asuntos Socio-Ambientales encargada de velar por el cumplimiento de las normas de conservación del medio ambiente del subsector transportes;

Que, en tal sentido, la facultad contenida en el artículo 7 del Decreto Supremo N° 047-2001-MTC, debe ser entendida que es de competencia de la Dirección General de Asuntos Socio-Ambientales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones;

De conformidad con el inciso 8) del Artículo 118 de la Constitución Política del Perú, y el Decreto Supremo N° 047-2001-MTC;

DECRETA:

Artículo 1.- Precísese el título correspondiente a la primera columna de las Alternativas 1 y 2, del cuadro de VEHÍCULOS MEDIANOS, del acápite II. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA VEHÍCULOS NUEVOS QUE SE INCORPOREN (IMPORTADOS O PRODUCIDOS) A NUESTRO PARQUE AUTOMOTOR, del ANEXO

Volumen desplazamiento nominal cc      CO % de volumen      HC ppm  
Mayores de 50 cc (3) 4,5      600

VEHICULOS MENORES CON MOTORES DE CUATRO TIEMPOS QUE USAN DIESEL COMO COMBUSTIBLE

Volumen desplazamiento nominal cc      Opacidad : k(m-1)      Opacidad en %  
Mayores de 50 cc (3) 2,1      60

(3) Vehículos menores de 50 cc no requieren prueba de emisiones.

b) PRIMER REAJUSTE: A LOS DIECIOCHO MESES DE LA PUBLICACION DEL PRESENTE DECRETO SUPREMO

VEHÍCULOS MAYORES A GASOLINA, GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL

(livianos, medianos y pesados)

AÑO DE FABRICACION      CO % de Volumen      HC (ppm) (4) CO + CO<sub>2</sub> %  
(mínimo)

Hasta 1995

1996 en adelante

2003 en adelante      3,0

3,5

0,5      400

300

100      10

10

12

(4) Para Vehículos a Gasolina: Únicamente para controles en carretera o vía pública, que se realicen a más de 1800 m.s.n.m., se aceptarán los siguientes valores sólo para HC: modelos hasta 1995, HC 450 ppm y 8% CO + CO<sub>2</sub>, modelos 1996 en adelante, HC 350 ppm y 8% CO + CO<sub>2</sub>

VEHICULOS MAYORES A DIESEL

(livianos, medianos y pesados)

AÑO DE FABRICACION      Opacidad : k(m-1) (5) Opacidad en %

Antes de 1995

1996 en adelante

2003 en adelante      3,0

2,5

2,1 72

65

60

(5) Unicamente para controles en carretera o vía pública, que se realicen a más de 1000 m.s.n.m., se aceptará una corrección por altura de 0,25 k(m-1) por cada 1000 m.s.n.m. adicionales, hasta un máximo de 0,75 k(m-1)

II. LIMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA VEHICULOS NUEVOS QUE SE INCORPOREN (IMPORTADOS O PRODUCIDOS) A NUESTRO PARQUE AUTOMOTOR

VEHÍCULOS MAYORES AUTOMOTORES

VEHÍCULOS LIVIANOS

Alternativa 1: VEHICULOS DE PASAJEROS PBV < 2.5 Ton o < 6 asientos

Año aplicación	Norma
	Directiva
	Tipo de motor CO
g/km	HC + NOx g/km HC
g/km	NOx
g/km	PM
g/km	
2003	

EURO II

94/12/EC

94/12/EC	
94/12/EC	Gasolina
Diesel IDI	
Diesel DI	2,20
1,00	
1,00	0,50
0,70	
0,90	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
0,08	
0,10	
2007	

EURO III

98/69/EC (A)

98/69/EC (A)	Gasolina
Diesel	2,30
0,64	-----
0,56	0,20
-----	0,15

ciones que se opongan a lo dispuesto en el presente Decreto Supremo.

Artículo 12°.- El presente Decreto Supremo será refrendado por el Presidente del Consejo de Ministros y por el Ministro de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los treinta días del mes de octubre del año dos mil uno.

**ALEJANDRO TOLEDO**  
Presidente Constitucional de la República

**ROBERTO DAÑINO ZAPATA**  
Presidente del Consejo de Ministros

**LUIS CHANG REYES**  
Ministro de Transportes, Comunicaciones,  
Vivienda y Construcción

**ANEXO N° 1**

**VALORES DE LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES**

**I. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA VEHÍCULOS EN CIRCULACIÓN A NIVEL NACIONAL**

**a) PARA SU APLICACIÓN INMEDIATA**

VEHÍCULOS MAYORES A GASOLINA, GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL (Ligeros, medianos y pesados)			
AÑO DE FABRICACIÓN	CO % de Volumen	HC (ppm) (1)	CO + CO <sub>2</sub> % (máximo) (1)
Hasta 1995	4,5	600	10
1996 en adelante	3,5	400	10

(1) Para vehículos a Gasolina: Únicamente para controles en carretera o vía pública, que se realicen a más de 1000 m.s.n.m., se aceptarán los siguientes valores, para hidrocarburos (HC): modelos hasta 1995, HC 650 ppm y 6% CO + CO<sub>2</sub>; modelos 1996 en adelante: HC 450 ppm y 3% CO + CO<sub>2</sub>.

VEHÍCULOS MAYORES A DIESEL (Ligeros, medianos y pesados)		
AÑO DE FABRICACIÓN	Opacidad : k(m <sup>-1</sup> ) (2)	Opacidad en %
Antes de 1995	3,4	77
1996 en adelante	2,5	70

(2) Para vehículos a Diesel: Únicamente para controles en carretera o vía pública, que se realicen a más de 1000 m.s.n.m., se aceptará una corrección por altura de 0,25 k(m<sup>-1</sup>) por cada 1000 m.s.n.m. adicionales, hasta un máximo de 0,75 k(m<sup>-1</sup>)

VEHÍCULOS MENORES CON MOTORES DE DOS TIEMPOS QUE USAN MEZCLA DE GASOLINA - ACEITE COMO COMBUSTIBLE		
Volumen desplazamiento nominal cc	CO % de volumen	HC ppm
Mayores de 50 cc (3)	2,5	3000

VEHÍCULOS MENORES CON MOTORES DE CUATRO TIEMPOS QUE USAN GASOLINA COMO COMBUSTIBLE		
Volumen desplazamiento nominal cc	CO % de volumen	HC ppm
Mayores de 50 cc (3)	4,5	500

VEHÍCULOS MENORES CON MOTORES DE CUATRO TIEMPOS QUE USAN DIESEL COMO COMBUSTIBLE		
Volumen desplazamiento nominal cc	Opacidad : k(m <sup>-1</sup> )	Opacidad en %
Mayores de 50 cc (3)	2,1	50

(3) Vehículos menores de 50 cc no requieren prueba de emisiones.

**b) PRIMER REALISTE: A LOS DIECIOCHO MESES DE LA PUBLICACIÓN DEL PRESENTE DECRETO SUPREMO**

VEHÍCULOS MAYORES A GASOLINA, GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL (Ligeros, medianos y pesados)			
AÑO DE FABRICACIÓN	CO % de Volumen	HC (ppm) (4)	CO + CO <sub>2</sub> % (máximo)
Hasta 1995	3,0	400	10
1996 en adelante	2,5	300	10
2003 en adelante	0,5	100	12

(4) Para Vehículos a Gasolina: Únicamente para controles en carretera o vía pública, que se realicen a más de 1800 m.s.n.m., se aceptarán los siguientes valores sólo para HC: modelos hasta 1995, HC 450 ppm y 6% CO + CO<sub>2</sub>; modelos 1996 en adelante, HC 350 ppm y 3% CO + CO<sub>2</sub>.

VEHÍCULOS MAYORES A DIESEL (Ligeros, medianos y pesados)		
AÑO DE FABRICACIÓN	Opacidad : k(m <sup>-1</sup> ) (5)	Opacidad en %
Antes de 1995	3,0	72
1996 en adelante	2,5	65
2003 en adelante	2,1	60

(5) Únicamente para controles en carretera o vía pública, que se realicen a más de 1000 m.s.n.m., se aceptará una corrección por altura de 0,25 k(m<sup>-1</sup>) por cada 1000 m.s.n.m. adicionales, hasta un máximo de 0,75 k(m<sup>-1</sup>)

**II. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA VEHÍCULOS NUEVOS QUE SE INCORPOREN (IMPORTADOS O PRODUCIDOS) A NUESTRO PARQUE AUTOMOTOR**

**VEHÍCULOS MAYORES AUTOMOTORES**

VEHÍCULOS LIGEROS									
Alternativa 1: VEHÍCULOS DE PASAJEROS P8V ≤ 2,5 Ton o ≤ 8 asientos									
Año fabricación	Norma	Directiva	Tipo de motor	CO g/km	HC+NOx g/km	HC g/km	NOx g/km	PM g/km	Humo g/km
2003	EURO II	94/12/EC	Gasolina	2,20	0,50	—	—	—	—
		94/12/EC	Diesel DI	1,00	0,70	—	—	0,54	—
		94/12/EC	Diesel DI	1,00	0,30	—	—	0,10	—
2007	EURO III	98/69/EC(A)	Gasolina	2,20	—	0,20	0,15	—	—
		98/69/EC(A)	Diesel	1,54	0,54	—	0,50	0,05	—
Alternativa 2: VEHÍCULOS DE PASAJEROS (LDT) ≤ 12 asientos									
Año fabricación	Norma	Regulación	Tipo de motor	CO g/km	HC+NOx g/km	HC g/km	NOx g/km	PM g/km	Humo g/km
2003	Tier 1	US33LOV	Gasolina	2,40	—	0,41	1,00	—	—
		US37LOV	Diesel	2,40	—	0,41	1,00	0,20	—

Nota: Para la primera etapa (años 2003 a 2006), los importadores, fabricantes o ensambladores, podrán optar por la Alternativa 1 o la Alternativa 2 a menos para homologar sus vehículos.

VEHÍCULOS MEDIANOS									
Alternativa 1: VEHÍCULOS DE PASAJEROS > 2,5 Ton P8V o > 8 asientos / VEHÍCULOS DE CARGA < 2,5 Ton P8V									
CLASE Peso orden de marcha	Año fabricación	Norma	Directiva	Tipo de motor	CO g/km	HC+NOx g/km	HC g/km	NOx g/km	PM g/km
I ≤ 1250 kg.	2003	EURO II	96/69/EC	Gasolina	2,20	0,50	—	—	—
			96/69/EC	Diesel DI	1,00	0,70	—	—	0,94
			96/69/EC	Diesel DI	1,00	0,30	—	—	0,10
II ≤ 1305 kg.	2007	EURO III	98/69/EC(A)	Gasolina	2,20	—	0,20	0,15	—
			98/69/EC(A)	Diesel	0,54	0,54	—	0,50	0,35
J ≤ 1700 kg.	2003	EURO II	96/69/EC	Gasolina	4,20	1,30	—	—	0,12
			96/69/EC	Diesel DI	1,25	1,00	—	—	0,14
			96/69/EC	Diesel DI	1,25	1,00	—	—	2,14
K ≤ 1730 kg.	2007	EURO III	98/69/EC(A)	Gasolina	4,17	—	0,25	0,13	—
			98/69/EC(A)	Diesel	0,30	0,72	—	0,55	0,07
L > 1700 kg.	2003	EURO II	96/69/EC	Gasolina	3,00	0,70	—	—	—
			96/69/EC	Diesel DI	1,50	1,20	—	—	0,17
			96/69/EC	Diesel DI	1,50	1,00	—	—	0,20
M > 1750 kg.	2007	EURO III	98/69/EC(A)	Gasolina	5,22	—	0,29	0,21	—
			98/69/EC(A)	Diesel	0,55	0,96	—	0,73	0,10
Alternativa 2: VEHÍCULOS DE PASAJEROS (LDT) < 3804 kg. P8V o > 12 asientos / VEHÍCULOS DE CARGA (LDT) < 3804 kg. P8V									
CLASE Peso Bruto Vehículos	Año fabricación	Norma	Regulación	Tipo de motor	CO g/km	HC+NOx g/km	HC g/km	NOx g/km	PM g/km
LDT1 ≤ 1704 kg.	2003	Tier 0	US37LOT	Gasolina	10,00	—	0,30	1,00	—
			US37LOT	Diesel	10,00	—	0,30	1,20	0,26
LDT2 > 1704 kg. < 3804 kg.	2003	Tier 0	US37LOT	Gasolina	10,00	—	0,30	1,00	—
			US37LOT	Diesel	10,00	—	0,30	1,00	0,13

Nota: Para la primera etapa (años 2003 a 2006), los importadores, fabricantes o ensambladores, podrán optar por la Alternativa 1 o la Alternativa 2 a menos para homologar sus vehículos.

VEHÍCULOS PESADOS									
VEHÍCULOS DE PASAJEROS o DE CARGA > 3,5 Ton P8V									
Año fabricación	Norma	Ciclo	Directiva	CO g/km	HC g/km	NOx g/km	PM g/km	Humo g/km	Humo (m <sup>3</sup> )
2003	EURO II	13 pasos	96/1/EC	4,00	1,10	7,00	0,15	—	—
			—	—	—	0,25*	—	—	
2007	EURO III	ESC+ELR	96/1/EC	2,7	1,35	5,00	0,10	0,3	0,13*

\* para motores con cilindradas de menos de 750 cc por cilindro y una potencia máxima a más de 3000 RPM

## **ANEXO B**

- **SERVICIO A, B, C**
- **TABLA DE VIDA UTIL DE LOS EQUIPOS DE  
CONNSTRUCCION**

**Anexo B**  
**SERVICIO “ A ”**

Revisiones con frecuencias diarias

Efectuadas: chofer/ operador

Estas revisiones deben realizarse todos los días antes de encender el motor

- a ) Revisar nivel de aceite de motor
- b ) Revisar nivel del refrigerante
- c ) Revisar otros niveles.
- d ) Existencia de fugas de aceite en los distintos sistemas, por las mangueras, retenes, tapas, etc.
- e ) Fugas de aire comprimido por tuberías, válvulas, tanque.
- f ) Revisar el panel de instrumentos
- g ) Revisar el juego libre del panel de embrague
- h ) Revisar el sistema de freno
- i ) Revisar el sistema de luces
- j ) Revisar la correa del ventilador
- k ) Revisar daños al ventilador
- l ) Revisar el estado y presión de las llantas
- m ) Revisar la presencia de pernos sueltos
- n ) Revisar los muelles y grilletes
- o ) Revisar espejos retrovisores

p ) Revisar nivel del líquido de freno

q ) Verificar por el visor el nivel del aceite refrigerante

r ) Revisar que la unidad tenga suficiente combustible para la jornada

s ) Accionar todos los sistemas hidráulicos

## **Anexo B**

### **SERVICIO “ B ”**

Reparaciones menores, lubricación, ajustes y otros

Efectuadas: servicio técnico con presencia del chofer/ operador

Estas revisiones se realizan cada cierta frecuencia: 250, 500, 1000, 2000, 5000...hrs.

O 4000 Km.

Lugar: taller mecánico

- a ) Cambiar filtro y aceite de motor
- b ) Cambiar filtros y aceites de otros sistemas
- c ) Limpieza o cambio de filtro de aire
- d ) Cambio de filtro de combustible
- e ) Limpieza del tanque de combustible
- f ) Revisar niveles de aceite
- g ) Cambio del refrigerante
- h ) Cambio de grasa de rodamientos
- i ) Rotación de los neumáticos usando neumático de repuesto
- j ) Revisar el sistema de suspensión
- k ) Mantenimiento del alternador y arrancador
- l ) Revisar cañerías de lubricación

NOTA: Para esto debemos tener de guía la tabla de mantenimiento periódico y realizar otros servicios no descritos en el anexo.

## **Anexo B**

### **SERVICIO “ C ”**

Reparaciones mayores, lubricación, ajustes y otros

Efectuadas: servicio técnico con presencia del chofer/ operador

Estas revisiones se realizan cada cierta frecuencia: 250, 500, 1000, 2000,5000...hrs.

O 4000, 8000, 12000. Km.

Lugar: taller mecánico

- a ) Tomar la compresión de cada cilindro del motor y registrar en libreta de control
- b ) Cambiar filtros y aceites de otros sistemas
- c ) Cambiar filtro y aceite de motor
- d ) Cambio de filtro de combustible
- e ) Limpieza del tanque de combustible
- f ) Cambiar el líquido al sistema de frenos
- g ) Inspección de zapatas de frenos u otros accesorios
- h ) Calibrar válvulas
- i ) Lavado y engrase general
- j ) Revisar el sistema eléctrico
- k ) Mantenimiento del alternador y arrancador
- l ) Revisar cañerías de lubricación

- m) Revisar el sistema de dirección
- n) Revisar el sistema de suspensión
- o ) Revisar el sistema de refrigeración

NOTA: En este servicio se incluye, cambio de anillos, pistones, etc.

## Anexo B

### TABLA DE VIDA ECONOMICA UTIL DE LOS EQUIPOS DE CONSTRUCCIÓN

<b>N</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>POTENCIA</b>	<b>AÑOS</b>	<b>HORAS</b>
<b>1</b>	<b>CARGADORES SOBRE LLANTAS</b>	80 - 195 HP	5	10.000,00
		200 - 375 HP	6	12.000,00
<b>2</b>	<b>TRACTORES SOBRE ORUGA</b>	De 60 - 190 HP	5	10.000,00
		De 190 - 240 HP	6	12.000,00
		De 270 - 650 HP	7,5	15.000,00
<b>3</b>	<b>TRACTORES SOBRE LLANTAS</b>	De 200 - 250 HP	5	10.000,00
<b>4</b>	<b>MOTONIVELADORAS</b>	De 125 - 170 HP	7,5	10.000,00
<b>5</b>	<b>RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO</b>	De 80 - 130 HP	5	10.000,00
<b>6</b>	<b>VOLQUETES</b>	De 140 - 330 HP	6	6.900,00
<b>7</b>	<b>CAMION CISTERNA</b>	De 145 - 210 HP	6	6.900,00
<b>8</b>	<b>CAMIONETAS</b>	De 118 - 135 HP	7	8.000,00
<b>9</b>	<b>COMPRESORAS NEUMÁTICAS</b>	De 76,0 - 240 HP	6	12.000,00
<b>10</b>	<b>MARTILLOS NEUMÁTICOS</b>	De 24 - 29 Kg.	3	3.000,00
<b>11</b>	<b>CAMION CONCRETERO</b>		6	6.900,00
<b>12</b>	<b>ZARANDA VIBRATORIA</b>		10	20.000,00
<b>13</b>	<b>CHANCADORAS PRIMARIAS</b>		10	20.000,00
<b>14</b>	<b>CHANCADORAS SECUNDARIAS</b>		10	20.000,00

## ANEXO C

- **TABLAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MAQUINARIA PESADA**

## Anexo C

### TABLA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MAQUINARIA PESADA

#### CARGADOR FEONTAL MARCA KOMATSU MOD. WA320

##### SERVICIO CADA 50 HORAS-MAQUINA

Tanque de combustible	Inspección y suministro
Llantas	Inspección de presión de aire y daños

##### SERVICIO CADA 100 HORAS-MAQUINA

Tanque hidráulico	Inspección y suministro
Pasador de pivote, eje trasero	Lubricar, 2 puntos
Filtro de aire acondicionado de cabina	Inspección y suministro

##### SERVICIO CADA 250 HORAS-MAQUINA

Cárter del motor y filtro	Cambiar el aceite y el cartucho
Correa del ventilador	Inspección de tensión
Correa compresor de aire acondicionado	Inspección de tensión
Pasador de cucharón	Lubricar, 2 puntos
Pasador, eslabón de cucharón	Lubricar, 2 puntos
Pasador, palanca de inclinación	Lubricar, 1 punto
Pasador, cilindro de volteo	Lubricar, 2 puntos
Pasador, cilindro de elevación	Lubricar, 4 puntos
Pasador de pivote, brazo de elevación	Lubricar, 2 puntos
Pasador, cilindro direccional	Lubricar, 4 puntos
Tuercas, cubo de ruedas	Inspeccionar y reapretar

##### SERVICIO CADA 500 HORAS-MAQUINA

Filtro de combustible	Reemplace el cartucho
Filtro de aceite transmisión	Reemplace el cartucho
Estría, eje impulsor central	Lubricar, 1 punto

##### SERVICIO CADA 1000 HORAS-MAQUINA

Caja de transmisión	Cambio de aceite y limpiar el colador
Pasador de bisagra central	Lubricar, 2 puntos
Eje impulsor delantero	Lubricar, 2 puntos
Apoyo central, eje impulsor	Lubricar, 1 punto
Eje impulsor central	Lubricar, 2 puntos
Eje impulsor trasero	Lubricar, 2 puntos
Respiradero, caja de transmisión	Limpiar
Varillaje del motor eléctrico para parada del motor	Lubricar, 1 punto
Resistor de corrosión	Reemplazar cartucho y refrigerante
Filtro de aire	Reemplazar
Junta de fijación turboalimentador	Verificar y ajustar
Rotor del turbocompresor	Verificar el juego

##### SERVICIO CADA 2000 HORAS-MAQUINA

Tanque hidráulico y filtro	Reemplazar el elemento
Respiradero, tanque hidráulico	Reemplazar el elemento
Eje(delantero y trasero)	Cambio de aceite
Respiradero del motor	Limpiar el elemento
Turboalimentador	Verificar y limpiar
Alternador y motor de arranque	Inspección
Espacio libre, válvula de motor	Inspección y ajuste
Amortiguador de vibración	Verificar
Disco de freno de estacionamiento	Inspección
Acumulador	Inspección
<b>SERVICIO CADA 4000 HORAS-MAQUINA</b>	
Bomba de agua	Inspección

**Nota:**

- El mantenimiento en los demás sistemas serán efectuados cuando sean necesarios o según recomendaciones del fabricante de la máquina o seguimiento que se esté efectuando por parte de equipo mecánico.

## Anexo “ C ”

### TABLA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MAQUINARIA PESADA

#### CAMION VOLQUETE MARCA FORD MOD. LNT-8000

##### SERVICIO CADA 5.000 KILOMETROS

Tapa de radiador	Revisar
Resorte de retorno de la palanca de control de la bomba de inyección del combustible	Revisar
Caja de engranaje del diferencial	Revisar nivel de aceite
Engranajes de la transmisión	Revisar nivel de aceite
Montaje del amortiguador	Revisión de funcionamiento y daños
Sistema de suspensión	Revisión de daños
Neumáticos	Rotación de neumáticos
Aros de neumáticos	Revisión de daños
Pernos y tuercas de ejes posteriores	Revisión de daños
Sistema de frenos	Revisión de daños
Piezas de la servodirección	Revisión del apriete
Eje cardán	Revisar
Sistema de dirección	Revisar
Soportes del motor	Revisar
Pines y bocinas de balancines	Revisar

##### SERVICIO CADA 10.000 KILOMETROS

Filtros de aire	Limpiar
-----------------	---------

##### SERVICIO CADA 15.000 KILOMETROS

Núcleo y aletas del radiador	Limpiar
Piezas internas del freno de rueda	Revisión
Desgaste de los forros de freno(espesor)	Revisión

##### SERVICIO CADA 20.000 KILOMETROS

Cárter del motor y filtro	Cambiar el aceite y el cartucho
Filtro de combustible	Reemplace el cartucho
Holgura (luz) de las válvulas del motor	Ajustar
Reglaje de la inyección de combustible	Revisar
Separador de agua	Limpiar

##### SERVICIO CADA 30.000 KILOMETROS

Aceite de la transmisión y filtro	Cambiar el aceite y el cartucho
Colador de la bomba de alimentación del combustible	Limpiar
Colador del tanque de combustible	Limpiar
Sistema de enfriamiento	Limpieza
Respiradero de la caja del eje trasero	Limpieza
Pasador, grillete y soporte de ballestas	Revisión
Respiradero de la cubierta superior de la transmisión	Revisión
Sist. de enfriamiento del tren de potencia	Revisión

### SERVICIO CADA 48.000 KILOMETROS

Filtros de aire	Cambiar el cartucho
-----------------	---------------------

### SERVICIO CADA 60.000 KILOMETROS

Aceite de la servodirección y filtro	Cambiar el aceite y el cartucho
Tuerca de los múltiples de admisión y escape	Reapretar
Presión del inyector de combustible	Ajuste
Piezas del turbocompresor	Reapretar

### SERVICIO CADA 120.000 KILOMETROS

Bomba de inyección	Revisión
--------------------	----------

**Nota:**

- El mantenimiento en los demás sistemas serán efectuados cuando sean necesarios o según recomendaciones del fabricante de la máquina o seguimiento que se esté efectuando por parte de equipo mecánico.

## Anexo C

### TABLA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MAQUINARIA PESADA

#### TRACTOR ORUGA MARCA CATERPILLAR MOD. D6D

##### SERVICIO CADA 50 HORAS-MAQUINA

Mecanismo del desgarrador y cojinetes del cilindro	Lubricar
Pasadores de cadena	Inspección

##### SERVICIO CADA 250 HORAS-MAQUINA

Aceite del motor	Cambiar el aceite
Filtro de aceite de motor	Cambiar el filtro
Correas del ventilador y alternador	Inspección de la tensión
Frenos	Inspeccionar, comprobar
Cadenas	Inspeccionar, comprobar
Polea y piñón del mando del ventilador	Lubricar
Baterías	Inspeccionar
Tirante de inclinación manual de hoja (lampón)	Lubricar
Holgura (luz) de las válvulas del motor	Inspeccionar, ajustar

##### SERVICIO CADA 500 HORAS-MAQUINA

Filtro de combustible	Reemplazar
Filtro de la transmisión	Reemplazar
Filtro del sistema hidráulico	Reemplazar
Respiradero del cárter	Limpiar
Compartimiento del resorte tensor	Verificar nivel de aceite
Tanque de combustible	Limpie la tapa y el colador

##### SERVICIO CADA 1000 HORAS-MAQUINA

Sistema de transmisión	Cambiar aceite
------------------------	----------------

##### SERVICIO CADA 2000 HORAS-MAQUINA

Mandos finales	Cambiar el aceite
Tanque hidráulico	Cambiar el aceite
Holgura (luz) de las válvulas del motor	Ajustar
Rueda guía y rodillos	Medir desgaste
Catalina o rueda sprocker	Medir desgaste

##### SERVICIO CADA 3000 HORAS-MAQUINA

Refrigerante del motor	Cambiar
------------------------	---------

#### Nota:

- El mantenimiento en los demás sistemas serán efectuados cuando sean necesarios o según recomendaciones del fabricante de la máquina o seguimiento que se esté efectuando por parte de equipo mecánico.

## TABLA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MAQUINARIA PESADA

### TRACTOR NEUMATICOS MARCA MULLER MOD. TI-28

#### SERVICIO CADA 50 HORAS-MAQUINA

Tanque de combustible	Drenar agua y sedimento
Neumáticos	Inspección de presión de aire y daños

#### SERVICIO CADA 100 HORAS-MAQUINA

Tanque hidráulico	Inspección y suministro
Pasador de pivote, eje trasero	Lubricar

#### SERVICIO CADA 250 HORAS-MAQUINA

Cárter del motor y filtro	Cambiar el filtro y el filtro
Correa del ventilador	Inspección de la tensión
Junta de bolas del cilindro de elevación	Lubricar puntos
Clavija de soporte del centro de la aplanadera	Lubricar puntos
Clavija del cilindro de dirección	Lubricar puntos

#### SERVICIO CADA 500 HORAS-MAQUINA

Filtro de combustible	Cambiar filtro
Filtro de aceite de transmisión	Cambiar filtro
Estría, eje impulsor central	Lubricar

#### SERVICIO CADA 1000 HORAS-MAQUINA

Caja de transmisión	Cambio de aceite y limpiar el colador
Pasador de bisagra central	Lubricar puntos
Eje impulsor delantero	Lubricar puntos
Apoyo central, eje impulsor	Lubricar
Eje impulsor central	Lubricar
Eje impulsor trasero	Lubricar
Calibre de freno de estacionamiento	Lubricar
Respiradero, caja de transmisión	Limpiar
Resistor de corrosión	Reemplazar resistor y refrigerante
Filtro de aire	Reemplazar
Junta de fijación turboalimentador	Verificar y ajuste
Rotor de turbocompresor	Verificar el juego

#### SERVICIO CADA 2000 HORAS-MAQUINA

Tanque hidráulico y filtro	Reemplazar el elemento
Respiradero, tanque hidráulico	Reemplazar el elemento
Eje (delantero y trasero)	Cambio de aceite
Respiradero del motor	Limpiar el elemento
Turboalimentador	Verificar y limpiar
Alternador y motor de arranque	Inspección
Espacio libre, válvula de motor	Inspección y ajuste
Amortiguador de vibración	Verificar
Disco de freno de estacionamiento	Inspección

### SERVICIO CADA 4000 HORAS-MAQUINA

Bomba de agua	Inspección
Compresor de aire	Inspección y ajuste

**Nota:**

- El mantenimiento en los demás sistemas serán efectuados cuando sean necesarios o según recomendaciones del fabricante de la máquina o seguimiento que se esté efectuando por parte de equipo mecánico.

## Anexo C

### TABLA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MAQUINARIA PESADA

#### MOTONIVELADORA MARCA CHAMPION MOD. 710-A

##### SERVICIO CADA 50 HORAS-MAQUINA

Círculo de giro lampón (tornamesa)	Lubricación
Guía del riel de la hoja (cuchilla) lampón	Lubricación

##### SERVICIO CADA 250 HORAS-MAQUINA

Cárter del motor y filtro	Cambiar el aceite y el cartucho
Correa del ventilador	Inspección de tensión
Pasador del cilindro de inclinación	Lubricar puntos
Extremo del rodillo de inclinación	Lubricar puntos
Tirante de acoplamiento	Lubricar puntos
Pasador real de articulación	Lubricar puntos
Pasador de inclinación	Lubricar puntos
Pasador, cilindro de dirección	Lubricar puntos
Pasador central del árbol delantero	Lubricar puntos
Junta esférica de la barra de tiro	Lubricar puntos
Junta esférica del escarificador	Lubricar puntos
Pasador del cilindro del escarificador	Lubricar puntos
Horquilla del cilindro de la hoja	Lubricar puntos
Junta esférica del cilindro elevación de la hoja	Lubricar puntos
Junta esférica del cilindro cambios laterales de la barra de tiro	Lubricar puntos
Guía de control del terraplena	Lubricar puntos
Pasador central de articulación	Lubricar puntos
Pasador del cilindro de articulación	Lubricar puntos
Caja de mandos finales	Inspección y abastecimiento
Caja de mandos tandem	Inspección y abastecimiento
Caja de engranaje de retroceso del círculo	Inspección y abastecimiento

##### SERVICIO CADA 500 HORAS-MAQUINA

Filtro de combustible	Reemplace filtro
Filtro de transmisión	Reemplace filtro

##### SERVICIO CADA 1000 HORAS-MAQUINA

Caja de transmisión	Cambio de aceite
Caja de mandos finales	Cambio de aceite
Caja de engranajes de retroceso del círculo	Cambio de aceite

Caja de mandos tandem	Cambio de aceite
Tanque hidráulico y filtro	Cambio de aceite y reemplazar filtro
Eje impulsor	Lubricar
Resistor de corrosión	Reemplazar resistor y refrigerante
Filtro de aire	Reemplazar filtros
Rotor y junta de fijación turboalimentador	Verificar y ajustar
Juego de cojinetes de llantas delanteras	Inspección y ajuste

#### SERVICIO CADA 2000 HORAS-MAQUINA

Cojinete de la llanta delantera	Lubricar
Respiradero del motor	Limpieza
Alternador y motor de arranque	Inspección
Espacio libre, válvula de motor	inspección y ajuste
Amortiguador de vibración (damper)	Inspección

#### SERVICIO CADA 4000 HORAS-MAQUINA

Bomba de agua	Inspección
---------------	------------

**Nota:**

- El mantenimiento en los demás sistemas serán efectuados cuando sean necesarios o según recomendaciones del fabricante de la máquina o seguimiento que se esté efectuando por parte de equipo mecánico.

## **ANEXO D**

- **NIVELES NORMALES DE ATENCIÓN PARA SER USADO COMO HERRAMIENTA DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN ANÁLISIS DE ACEITE**
- **SELECCION ADECUADA DE LUBRICANTES**

## Anexo D

### NIVELES NORMALES DE ATENCIÓN PARA SER USADOS COMO HERRAMIENTA DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN ANÁLISIS DE ACEITE

#### Porcentaje de agua máximo aceptado en el aceite de motor

LIMITE DE PRECAUCIÓN	MÁXIMO PERMISIBLE
MENOR A 0,1%	0,2 % VOL. (ASTM D95)

<b>TBN mínimo debe ser:</b>	<b>Periodo de cambio de aceite</b>
20 veces el % de azufre contenido en el combustible	50 % del TBN nuevo mínimo (ASTM D974, D4739 O D5984-96)*

**\*Lube – Tips Ing. Gerardo Trujillo.**

#### Valores de dilución por combustible máximos :

CATERPILLAR	CUMMINS	DETROIT DIESEL
5 % *	5 % *	2,5 % *

**\*Valores que solo sirven de referencia. Consulte a la marca para valores específicos.**

#### Valores de Viscosidad en Cst a 40 Celsius

Aceite	Mínimo	Máximo
SAE 15 W 40	90	160

**Límite de precaución en el funcionamiento de un motor no debe continuar, con un aceite que tenga una viscosidad reducida en un 25 % o que se eleve en un 35 %.**

## Anexo D

### LIMITES CONDENATORIOS GENERALES PARA MOTORES A DIESEL

ESPECTROSCOPIA	CATERPILLAR	CUMMINS	DETROIT DIESEL
<b>Hierro</b>	100 ppm	84 ppm	150 ppm
<b>Cobre</b>	45 ppm	20 ppm	90 ppm
<b>Plomo</b>	100 ppm	100 ppm	No especificado
<b>Aluminio</b>	15 ppm	15 ppm	No especificado
<b>Cromo</b>	15 ppm	15 ppm	No especificado
<b>Estaño</b>	20 ppm	20 ppm	No especificado
<b>Sodio</b>	40 ppm	20 ppm	50 ppm
<b>Boro</b>	20 ppm	25 ppm	20 ppm
<b>Silicio</b>	10 ppm	15 ppm	No especificado
<b>Datos de *</b>			

**\* Noria.com.mx Interpretación de Análisis de aceite. Por Ing. Gerardo Trujillo**

### RESULTADOS DE ANÁLISIS DE ACEITE

<b>Hierro (Fe)</b>	Desgaste en camisas
<b>Cobre (Cu)</b>	Desgaste en cojinetes de empuje o agua de enfriadores o desgaste de discos de transmisión.
<b>Plomo (Pb)</b>	Desgaste de cojinetes de biela y bancada
<b>Aluminio (Al)</b>	Desgaste en pistones o cojinetes
<b>Cromo (Cr)</b>	Desgaste en anillos, cojinetes o vástagos de válvula
<b>Estaño (Sn)</b>	Desgaste de los cojinetes de biela o de los cojinetes principales del cigüeñal. El contenido elevado de estaño también podría provenir de ciertos pistones que están enchapados con estaño.
<b>Sodio (Na)</b>	Hay que tener cuidado porque algunos aditivos usan detergentes de Sodio en el aceite. Niveles altos de Sodio puede deberse a fugas de refrigerante. También lo hay en inhibidores de corrosión de refrigerantes.
<b>Boro (Bo)</b>	Los contenidos elevados de Boro puede provenir de fugas de refrigerante del motor, combinado con sodio o potasio se usa como inhibidor de corrosión. Puede estar como aditivo del aceite.
<b>Silicio (Si)</b>	Entrada de polvo ( tierra ) al motor
<b>Molibdeno (Mo)</b>	Desgaste de anillos de compresión.

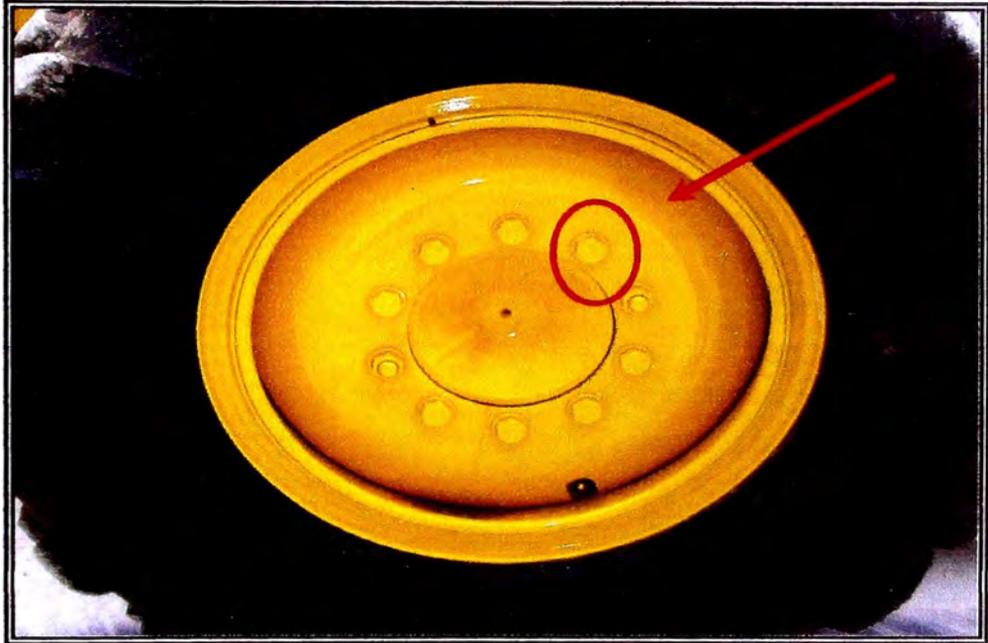
## Anexo D

<b>COMBUSTIBLE, REFRIGERANTE, Y LUBRICANTES</b>													
SELECCIÓN ADECUADA DE COMBUSTIBLE, ENFRIADOR Y LUBRICANTES													
DEPOSITO	TIPO DE FLUIDO	TEMPERATURA AMBIENTE										CAPACIDAD (L)	
		-22 -30	-4 -20	14 -10	32 0	50 10	68 20	86 30	104 40	122° F 50° C	Espe.	Capacidad	
CÁRTER DEL MOTOR	ACEITE DE MOTOR	SAE 30										12.5	10.5
		SAE 10 W											
		SAE 10W-30											
		SAE 15W-40											
FRENOS	ACEITE DE MOTOR	SAE 5W										1	1
CARCAZA DE LA TRANSMISION		SAE 10W										28	23.5
SISTEMA HIDRAULICO		SAE 10W										80	41
EJE (DELANTERO Y POSTERIOR) (CADA UNO)	ACEITE PARA EJES	Ver la Nota 1										14	14
PASADORES	GRASA	NLGI No. 2										---	---
TANQUE DE COMBUSTIBLE	COMBUSTIBLE DIESEL	ASTM D975 No. 2										141	---
SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	AGUA	AGREGUE ANTICONGELANTE								%		20	---
% ASTM D975 No. 1													

# **ANEXO E**

- **PERIODOS DE ATENCIÓN (MANTENIMIENTO PREVENTIVO)**
- **CALCULO DE COSTO DE PRODUCCION**
- **MANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO**

## Anexo E

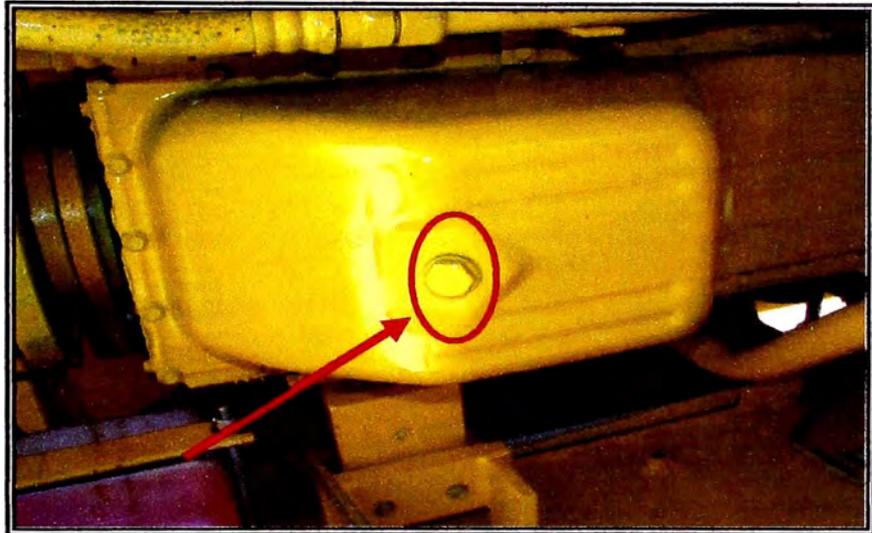


**REVISAR EL AJUSTE DE LOS PERNOS DE LA RUEDA  
Y PRESION DE AIRE**

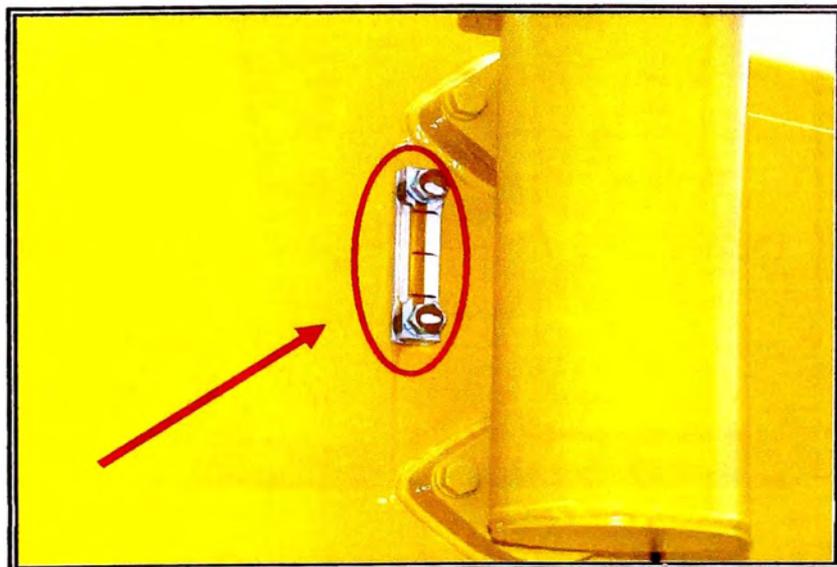


**REEMPLACE EL RESISTOR DE CORROSION CADA  
500 HORAS**

## Anexo E



**DRENAR EL ACEITE DE MOTOR CADA 250 HORAS**



**REVISAR EL NIVEL DE ACEITE HIDRÁULICO CADA 250 HORAS**

## Anexo E



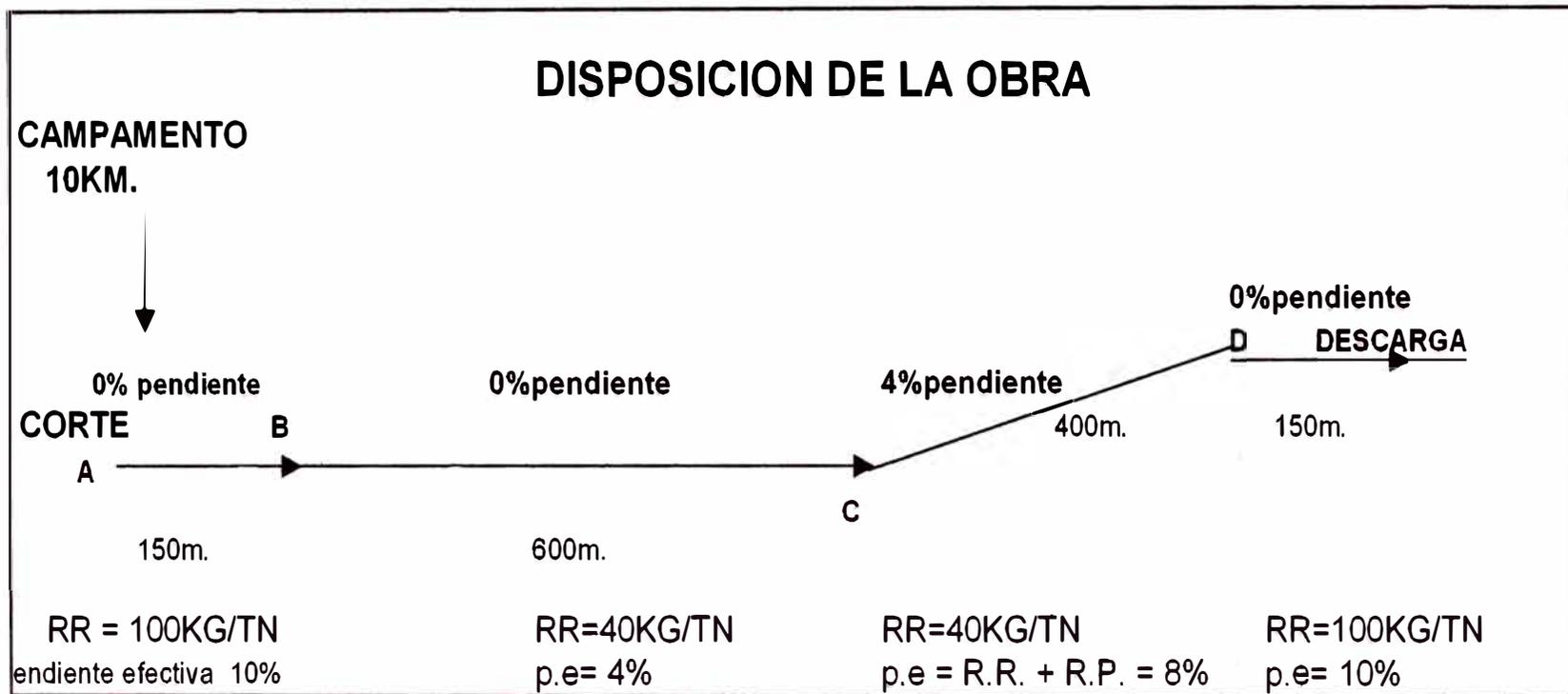
**DRENAR EL ACEITE DE LA TRANSMISION  
CADA 1000 HORAS**



**DRENAR EL ACEITE DE LA TRANSMISION  
Y LIMPIE EL COLADOR\* CADA 1000 HORAS**

## Anexo E

Cálculo de costo de producción / hora (perdido por falla del volquete):



## Anexo E

**Sec. A:** Pendiente Total o efectiva = 10% + 0% = 10%

**Sec. B:** Pendiente Total o efectiva = 4% + 0% = 4%

**Sec. C:** Pendiente Total o efectiva = 4% + 4% = 8%

**Sec. D:** Pendiente Total o efectiva = 10% + 0% = 10%

### 1. Estimación de la carga Útil:

$10 \text{ m}^3 \times 0.80 \times 1780 \text{ kg/m}^3 = 14,240 \text{ Kg.}$  de carga útil

### 2. Peso de la máquina:

Peso de la máquina vacía → 11.50 Toneladas

Peso de la carga → 14.240 Kg.

Peso Total → 25.74 Kg.

### 3. Fuerza de tracción utilizable:

**Cargada** (peso en las ruedas propulsoras aproximadamente 55%)

Factor de tracción x peso en las ruedas propulsoras =

$0.45 \times 25.74 \times 0.55 = 6,370 \text{ Kg.}$

**Vacío** (peso en las ruedas propulsoras aproximadamente 60%)

Factor de tracción x peso en las ruedas propulsoras =

$0.45 \times 11500 \times 0.60 = 3,105.00 \text{ Kg.}$

## Anexo E

**5. Comparando la resistencia total con el esfuerzo de tracción en el regreso: Pendiente a favor:**

**10 Kg/Tn x Tn x (Pendiente negativa).**

Sec. C : = 10 Kg/ton x 11.50 (4%) = 460 Kg.

### **Resistencia a la rodadura**

RR = Factor de RR x Peso sin carga (Toneladas)

Sec. D = 100 Kg/Tn x 11.5 = 1150 Kg.

Sec. C = 40 Kg/Tn x 11.5 = 460 Kg.

Sec. B = 40 Kg/Tn x 11.5 = 460 Kg.

Sec. A = 100 Kg/Tn x 11.5 = 1150 Kg.

### **Resistencia total:**

RT = RR - RP

Secc. D = 1150 Kg. - 0 = 1150 Kg.

Secc. C = 460 Kg. - 460 = 0 Kg.

Secc. B = 460 Kg. - 0 = 460 Kg.

Secc. A = 1150 Kg. - 0 = 1150 Kg.

Comparando la fuerza de tracción utilizable en vacío.

Tracción utilizable: 3105.00 Kg. (Vacío)

Tracción referida : 1150 Kg.

### **7. Tiempo de viaje de regreso**

Sec. D : 0.80

Sec. C : 2.00

Sec. B : 2.50

Sec. A : 0.70

6.00

## Anexo E

### 8. Estimación del tiempo invertido en el ciclo de trabajo.

Tiempo total (ida y vuelta) : 13.30 min.  
Tiempo de carga : 1.00 min.  
Tiempo en otras maniobras : 1.00 min.  
Tiempo total del ciclo : 15.30 min.

### 9. Cálculo de la producción

Ciclos / hora = 60 min. ÷ tiempo total del ciclo  
= 60 min/hora ÷ 15.30 min/ciclo  
= 3.92 ciclos / hora

Carga estimada = capacidad colmado x factor de carga  
= 10 m<sup>3</sup> x 0.90 = 9.0 m<sup>3</sup> b

### Producción por unidad

En cada hora = carga estimada x ciclos / hora  
= 9.0m<sup>3</sup> suelto x 3.92 ciclos / hora  
= 35.28 m<sup>3</sup> b/hora

Producción corregida factor de eficiencia x producción  
Hora  
= 0.95x 35.28 = **33.516 m<sup>3</sup>b/hora-volquete**

### 10. Costo por hora de posesión y operación

01 Volquetes \$ . 41.8/hora = \$ . 41.8/hora

#### Rendimiento

Costos x m<sup>3</sup> en banco:\$.41.8/hora  
33.516m<sup>3</sup>b/hora

= **\$.1.247m<sup>3</sup>b**

## Anexo E

### **Pérdida total por “parada” del camión volquete Ford Reg.2423 (mes de Abril-Filtro de petróleo obstruido):**

- Horas de “para” durante el mes por fallas: 15 hrs.
- Este valor x 33.516m<sup>3</sup>b/hora (producción del Vol.):  
33.516 x 15 = 502.74 m<sup>3</sup>bm (material no cargado)  
Sabemos que \$. 1.247 m<sup>3</sup>b:  
502.74 x 1.247 = \$. 626.91 (Valor perdido por material no cargado)
- Costo de Mantenimiento Correctivo\* :  
\$. 75.00
  
- Costo en obreros (5.33 Obreros aprox.) :  
\$. 0.59 x 5.33 x 15 = \$. 47.17
- Costo del Chofer :  
\$. 28.00 x las 15 horas.
- Costo del Mecánico: \$ 28.00

**PERDIDAS GENERALES: \$. 626.91 + \$. 75.00 + \$. 47.17 + \$. 28 +  
\$. 28 = \$. 805.08**

**Costo en mantenimiento correctivo imprevisto: \$. 131.00**

<b>Mantenimiento preventivo(normal)</b>	5000 Km. de recorrido	01 filtro de petróleo	S / . 49.00
<b>Costo de mantenimiento correctivo*</b>	1600 Km. de recorrido	05 filtros de petróleo	S / . 245.00 ( \$. 75.00)

## Anexo E

### **Pérdida total por “parada” del camión volquete Ford Reg.2423 (mes de Abril-Hoja de muelles roto):**

- Horas de “para” durante el mes por fallas: 17 hrs.
- Este valor x 33.516m<sup>3</sup>b/hora (producción del Vol.):  
33.516 x 17 = 569.772 m<sup>3</sup>bm (material no cargado)  
Sabemos que \$. 1.247 m<sup>3</sup>b :  
569.772 x 1.247 = \$. 710.505 (Valor perdido por material no cargado)
- Costo de Mantenimiento Correctivo :  
\$. 183.00
  
- Costo en obreros ( 5.33 Obreros aprox.) :  
\$. 0.59 x 5.33 x 17 = \$. 53.46
- Costo del Chofer :  
\$. 31.73 x las 15 horas.
- Costo del Mecánico: \$ 31.73

**PERDIDAS GENERALES: \$. 710.505 + \$. 183.00 + \$. 53.46 + \$. 31.73 +  
\$. 31.73 = \$. 1010.425**

**Costo en mantenimiento correctivo imprevisto: \$. 246.50**

Los costos totales y costos de mantenimiento lo llevamos al cuadro N° 5.4.

Igualmente se calculó para los otros tipos de falla.

## **Anexo E**

### **MANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO**

# PERIODO DE ASENTAMIENTO DE SU NUEVA MAQUINA

Cada máquina se ajusta y se prueba cuidadosamente antes de ser despachada. Sin embargo, una máquina nueva requiere operación muy cuidadosa durante las primeras 100 horas de funcionamiento para asentar las diferentes partes.

Cuando la máquina se expone al uso brusco durante la etapa de operación inicial, bajará considerablemente el rendimiento de la máquina. Una máquina nueva debe operarse con cuidado, especialmente cuidándose en los siguientes puntos:

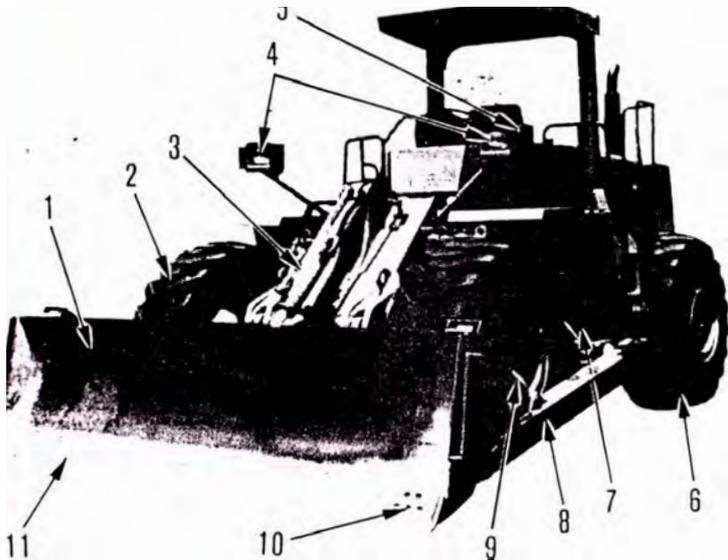
- Después de arrancar, deje el motor a ralentí por 5 minutos para permitir el calentamiento adecuado del motor antes del inicio de operaciones.
- Evite operar con cargas pesadas o a alta velocidad.
- Los arranques o aceleramientos repentinos, frenados o giros abruptos deben evitarse.
- Si la máquina se entrega sin agua de enfriamiento en el radiador, lave el sistema de enfriamiento con abundante agua limpia para limpiarlo, luego llene el radiador con agua de enfriamiento.
- ★ Al reemplazar los elementos (cartuchos) de filtro de aceite, inspeccione las partes interiores para la presencia de sucio o polvo. Verifique la causa posible antes de comenzar la operación.
- ★ El horómetro indica las horas de operación.

## CONTENIDO

OPERACION	MANTENIMIENTO
ESPECIFICACIONES GENERALES Y ESPECIFICACIONES .....	MANTENIMIENTO PERIODICO .....
4	59
INSTRUMENTOS Y CONTROLES .....	PURGADO DE AIRE DEL CIRCUITO .....
5	60
INSPECCION ANTES DE ARRANCAR .....	CAMBIO PERIODICO DE PIEZAS DE SEGURIDAD ....
31	61
OPERACION DE LA MAQUINA .....	TABLA DE MANTENIMIENTO .....
37	62
TRABAJO DE LA EMPUJADORA NIVELADORA	POSICIONES DEL LLENADO DE COMBUSTIBLE
SOBRE RUEDAS .....	Y DE LOS INDICADORES DE NIVEL .....
46	69
MANEJO DE LAS LLANTAS .....	SERVICIO CADA 50 HORAS .....
47	70
EMOLQUE .....	SERVICIO CADA 100 HORAS .....
50	71
OPERACION EN CLIMA FRIO .....	SERVICIO CADA 250 HORAS .....
52	72
	SERVICIO CADA 500 HORAS .....
	76
	SERVICIO CADA 1000 HORAS .....
	79
	SERVICIO CADA 2000 HORAS .....
	84
	SERVICIO CADA 4000 HORAS .....
	90
	CUANDO SEA NECESARIO .....
	91
	AJUSTE .....
	103
	GUIA PARA LOCALIZACION DE FALLAS ... ..
	106
	HOROMETRO .....
	110
	NUMERO DE SERIE DE LA
	MAQUINA Y DEL MOTOR .....
	111
	COMBUSTIBLE, FLUIDO DE ENFRIAMIENTO
	DEL MOTOR Y LUBRICANTES .....
	112

## UBICACIONES GENERALES Y ESPECIFICACIONES

- |                           |                                      |
|---------------------------|--------------------------------------|
| Aplanadera                | 7. Barra de seguridad                |
| Rueda delantera           | 8. Bastidor recto                    |
| Cilindro elevador         | 9. Cilindro de inclinación y cabeceo |
| Faro delantero            | 10. Hilo de extremidad               |
| Luz de la señal de viraje | 11. Hoja de corte                    |
| Rueda trasera             |                                      |



### RENDIMIENTO

- |                                     |                    |
|-------------------------------------|--------------------|
| 1. Capacidad de la aplanadora (SAE) | 3,1 m <sup>3</sup> |
| 2. Velocidades de recorrido         |                    |
| Avance                              | Máxima 34,1 Km/h   |
| Retroceso                           | Máxima 37,4 Km/h   |

### PESO DE OPERACION

18500 kg

### MOTOR

- |  |                              |
|--|------------------------------|
| 1. Modelo  | Motor Diesel Komatsu SA6D110 |
| 2. Caballos de fuerza en el volante (a 2200 rpm) | 210 HP                       |

NOTA: Las especificaciones están sujetas a cambios sin previo aviso.

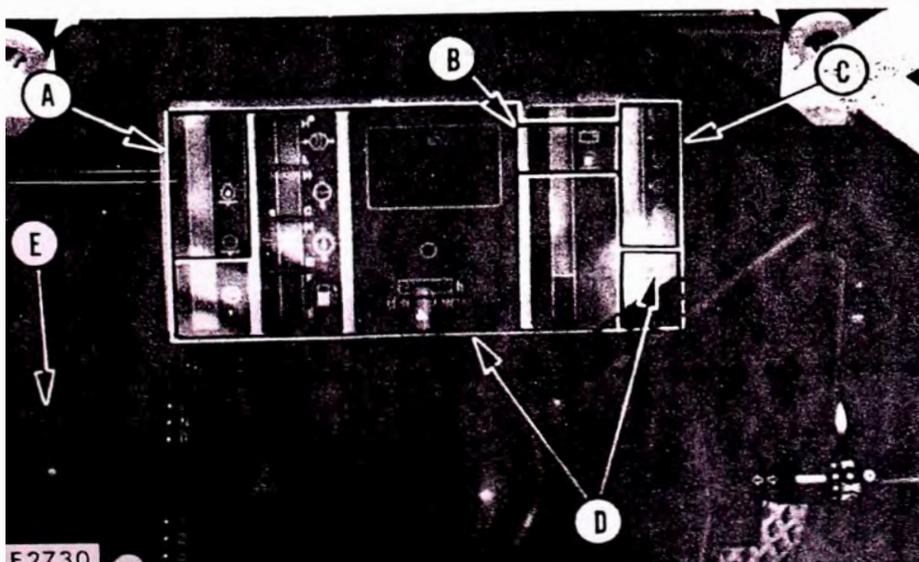
- 4 -

### INSTRUMENTOS Y CONTROLES

## INSTRUMENTOS Y CONTROLES

### TABLERO MONITOR

Este sistema monitor consiste de los grupos de lámparas monitoras ((A), (B), (C)), grupo de medidores (D) y lámparas de aviso (E).

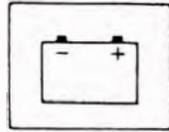


- Para verificar el sistema de monitor, gire el interruptor de arranque a ON antes de arrancar el motor. Luego todas las lámparas monitoras, indicadores y luz de lámpara de advertencia se encenderán por aproximadamente 3 segundos y el zumbador de alarma sonará por aproximadamente 1 segundos. Tres cifras, 188, se mostrarán en el velocímetro mientras el sistema de monitor esté siendo verificado. Después de esto, todas las lámparas se apagan y el zumbador se detiene. Si alguna lámpara monitora no se enciende, solicite a su distribuidor Komatsu que examine dicha lámpara monitora.
- ★ Cuando el interruptor de arranque se gira a ENCENDIDO, si la palanca direccional no está en neutral, la lámpara direccional centellea y se activa el zumbador. Cuando esto ocurre, regrese la palanca a neutral. La lámpara se apagará y el zumbador dejará de sonar.

### 3: GRUPO MONITOR DE AVISO (Item de Aviso)

Si ocurre cualquier anomalía, mientras el motor está en marcha, la lámpara monitora apropiada y la lámpara de aviso centellean indicando a anomalía a la misma vez.

#### 1. MONITOR DE CARGA

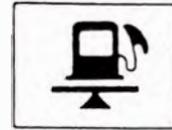


Este monitor indica una anomalía en el sistema de carga, mientras el motor está en marcha.

Si centellea la lámpara monitora, inspeccione el circuito de carga.

- ★ Esta lámpara monitora centellea y el zumbador de aviso se activa cuando el interruptor de arranque se gira a ENCENDIDO, una vez el motor arranca o antes de que el motor sea apagado. No indica anomalía.

#### 2. MONITOR DE NIVEL DE COMBUSTIBLE



Este monitor indica que hay menos de 35 litros de combustible en el tanque.

Si la lámpara monitora centellea, añada combustible.

- ★ Estacione la máquina en terreno nivelado, inspeccionando las lámparas monitoras.
- ★ Confirme que las lámparas monitoras se encienden por 3 segundos, después de girar el interruptor de arranque a ENCENDIDO. Si alguna no enciende, solicite a su distribuidor Komatsu la inspección del caso.

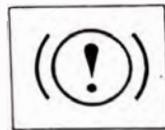
- 8 -

INSTRUMENTOS Y CONTROLES

### C: GRUPO MONITOR DE AVISO (Items de parada de emergencia)

Si ocurre cualquier anomalía mientras el motor está en marcha, la lámpara monitora apropiada y la lámpara de aviso se activarán y sonará el zumbador de alarma intermitente a la vez.

#### 1. MONITOR DE FALLA DE LINEA DE FRENO

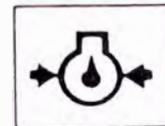


Este monitor indica una baja en la presión de aceite de freno cuando se opera el freno.

Si la lámpara centellea, pare la máquina de inmediato y revise el sistema de frenos.

- ★ Después de verificar y reparar el sistema de freno, introduzca la varilla de sensor de sobrecarrera. Si no se realiza esta operación, el zumbador y la lámpara continuarán advirtiéndole del problema de la línea de freno.

#### 2. MONITOR DE PRESIÓN DE ACEITE DE MOTOR



Este monitor indica baja presión de aceite de motor.

Si la lámpara centellea, la presión de aceite de motor está debajo del límite, apague el motor de inmediato.

- ★ Esta lámpara monitora centellea y el zumbador de aviso se activa cuando el interruptor de arranque se gira a ENCENDIDO, una vez el motor arranca o antes de que el motor sea apagado. No indica anomalía.

**MONITOR DE NIVEL DE ENFRIADOR**



Este monitor indica un bajo nivel de enfriador de radiador.

Inspeccione el nivel de enfriador cuando la lámpara centellea, apague el motor y añada agua, tal como sea necesario.

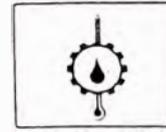
**5. MONITOR DE TEMPERATURA DE ENFRIADOR**



Este monitor indica una elevación en la temperatura del agua de enfriamiento.

Al centellear la lámpara monitora, corra el motor sin carga a media velocidad, hasta que se encienda el rango verde en el medidor de temperatura de agua del motor.

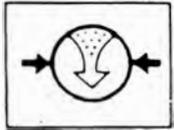
**6. MONITOR DE TEMPERATURA DE ACEITE DEL CONVERTIDOR DE TORSION**



Este monitor indica una elevación en la temperatura de aceite del convertidor de torsión.

Al centellear la lámpara monitora, pare la máquina y corra el motor sin carga a media velocidad hasta que se encienda la luz en el rango verde del medidor de temperatura.

**MONITOR DE PRESION DE AIRE**



Este monitor indica una baja en la presión de aire en el tanque de aire.

Si la lámpara centellea, aumente la velocidad del motor y espere hasta que la lámpara se apague.

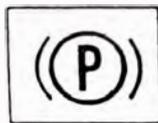
★ Estacione la máquina en terreno nivelado, inspeccionado las lámparas monitoras.

★ Confirme que las lámparas monitoras se concinden por 3 segundos, después de colocar el interruptor de arranque en **ENCENDIDO**. Si alguna no enciende, solicite a su distribuidor Komatsu la inspección del caso.

**D: GRUPO DE MEDIDORES PILOTOS A LA VISTA**

Cuando el interruptor de arranque se gira a **ENCENDIDO**, esta luz se enciende, indicando que los ítems a la vista están trabajando.

**1. LAMPARA PILOTO DE FRENO DE ESTACIONAMIENTO**



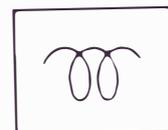
Esta lámpara se enciende cuando se aplica el freno de estacionamiento.

**2. LAMPARA PILOTO PARA LA LAMPARA DE TRABAJO**

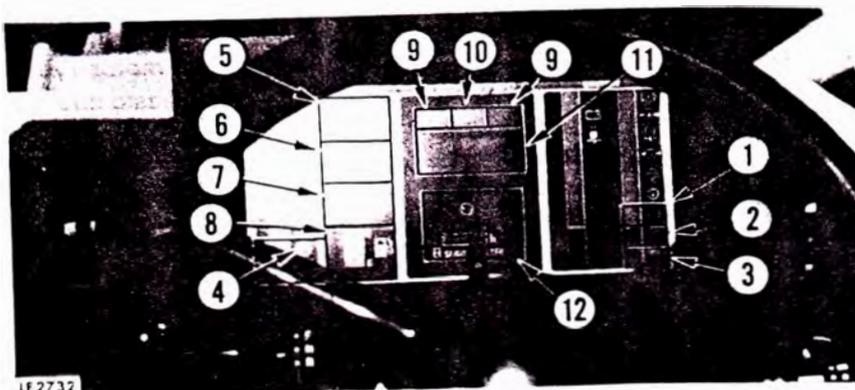


Esta lámpara enciende cuando las lámparas de trabajo se encienden.

**3. LAMPARA PILOTO DE RECALENTAMIENTO DE MOTOR**



Esta lámpara se enciende cuando se activa el circuito de calentamiento eléctrico.

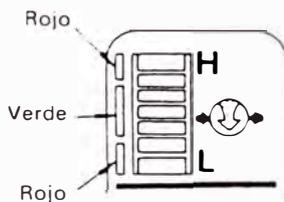


**LAMPARA PILOTO SELECTORA DE CIERRE DE TRANSMISION**



Esta lámpara se enciende cuando interruptor de selector de cierre de transmisión se gira a ENCENDIDO. Si la lámpara monitora está en ENCENDIDO y el pedal del freno izquierdo se presiona, la transmisión regresa a neutral.

**5. MEDIDOR DE PRESION DE AIRE**



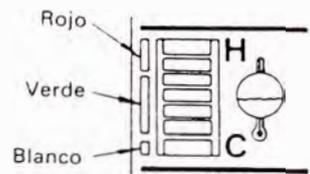
Este medidor indica la presión de aire en el tanque de aire. El rango verde debe encenderse durante la operación normal.

Si el rango rojo se enciende durante las operaciones, el zumbador de alarma se activará y la lámpara del monitor de presión de aire se encenderá.

Cuando esto ocurre, apague el motor, aumente la velocidad del motor y espere hasta que la luz del rango verde se encienda.

★ Si la presión de aire baja aún más, el freno de estacionamiento se aplica automáticamente.

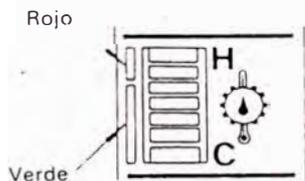
**6. MEDIDOR DE TEMPERATURA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO DE MOTOR**



Este medidor indica la temperatura del agua de enfriamiento.

Si la temperatura es normal durante la operación, se encenderá el rango verde. Si se enciende el rango rojo durante la operación, detenga la máquina y opere el motor a velocidad media y sin carga hasta que el rango verde se encienda. Si la lámpara superior en el rango rojo se enciende, sonará el zumbador de alarma, la lámpara de aviso centelleará y la lámpara monitora de temperatura de agua de enfriamiento centelleará al mismo tiempo.

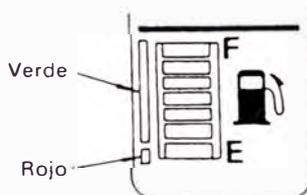
**MEDIDOR DE TEMPERATURA DE ACEITE DE CONVERTIDOR DE TORSION**



Este medidor indica la temperatura del aceite del convertidor de torsión. Si la temperatura es normal durante la operación, se encenderá el rango verde. Si se enciende el rango rojo durante la operación, detenga la máquina y opere el motor a velocidad media sin carga hasta que el rango verde se encienda.

Si la lámpara superior en el rango rojo se enciende, sonará el zumbador de alarma, se encenderá la lámpara de aviso y la lámpara monitora de temperatura de aceite del convertidor de torsión centelleará al mismo tiempo.

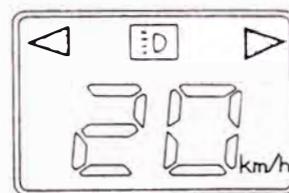
**8. MEDIDOR DE COMBUSTIBLE**



Este indicador indica la cantidad de combustible dentro del tanque de combustible. Cuando hay suficiente combustible dentro del tanque mientras el motor está en marcha, la zona verde enciende. Cuando enciende la zona roja, hay menos de 13 litros de combustible dentro del tanque.

Cuando la zona roja enciende, añada combustible.

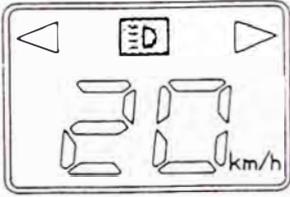
**9. LAMPARA PILOTO DE SEÑAL DE GIRO**



Cuando centellea la lámpara de señal de giro, también centellea la lámpara piloto.

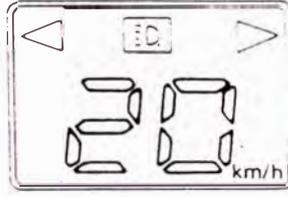
★ Si el alambrado de la señal de giro está desconectado, la lámpara piloto centellea más rápidamente.

10. LAMPARA PILOTO DE LUZ ALTA



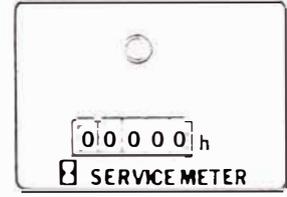
Esta lámpara se enciende cuando las lámparas delanteras están en luz alta.

11. VELOCIMETRO



Este medidor indica la velocidad de recorrido de la máquina.

12. HOROMETRO



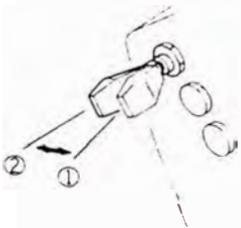
Este medidor muestra las horas totales de operación de la máquina. El horómetro avanza mientras el motor está en marcha — aún si la máquina no está en recorrido.

Refiérase a la Sección sobre "HOROMETRO".

★ Mientras el motor esté en marcha la lámpara piloto en el horómetro centellea, mostrando que el horómetro avanza.

INTERRUPTORES

1. INTERRUPTOR SELECTOR DE CIERRE DE TRANSMISION



Este interruptor selecciona la operación del pedal del freno izquierdo. Normalmente, coloque esta interruptor en la posición ENCENDIDO.

① APAGADO:

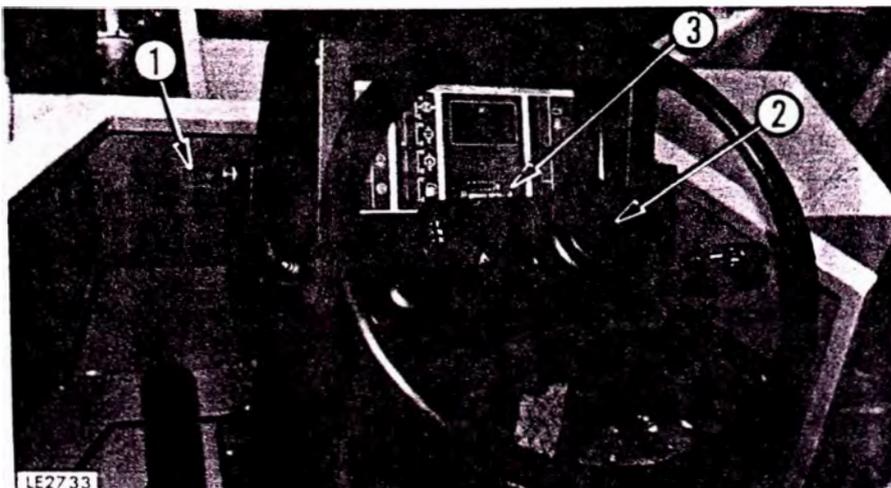
Actúa como un freno normal (Pedal de freno derecho).

② ENCENDIDO:

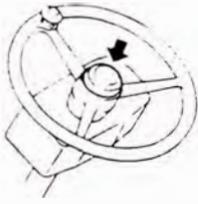
Actúa como un freno normal, pero también cambia la transmisión a NEUTRAL.

★ Si el interruptor está en ENCENDIDO, la lámpara piloto selector de cierre de la transmisión se encenderá.

⚠ Si la máquina debe ser arrancada en una pendiente, siempre gire a APAGADO el interruptor selector de cierre de la transmisión y deprima el pedal del freno izquierdo. Luego, deprima el pedal del acelerador, mientras libera el pedal del freno izquierdo para arrancar la máquina lentamente.



## 2. BOTON DE BOCINA



Cuando el botón en el centro del timón se presiona, suena la bocina.

## 3. INTERRUPTOR DE LAMPARA DE EMERGENCIA



Este interruptor se usa en emergencias, tales como en el caso de que la máquina sufra una avería.

ENCENDIDO: Lámpara centellea.

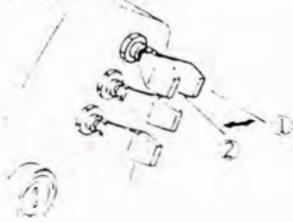
★ Las lámparas de señales de giro izquierdo y derecho y las lámparas piloto delanteras y traseras centellean.

**!** No utilice este interruptor a menos que ocurra una irregularidad.

- 16 -

INSTRUMENTOS Y CONTROLES

## 4. INTERRUPTOR DE FRENO DE ESTACIONAMIENTO



Este interruptor activa el freno de estacionamiento.

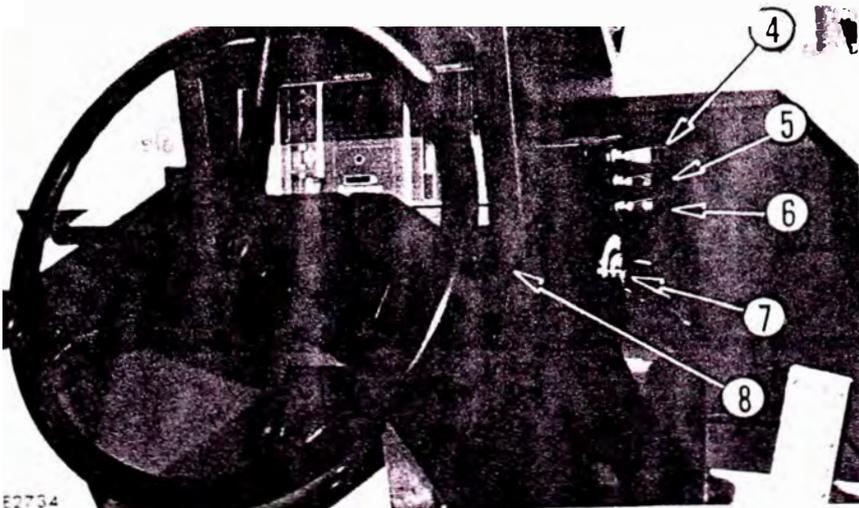
1. Posición de ENCENDIDO:

Se aplica el freno de estacionamiento y se enciende la lámpara piloto del freno de estacionamiento.

2. Posición de APAGADO:

Se libera el freno de estacionamiento.

**!** Siempre debe aplicar el freno de estacionamiento al dejar la máquina o al estacionarla.



E2734

- 17 -

### 5. INTERRUPTOR LAMPARA DE TRABAJO

- ★ Si la palanca direccional se coloca en F (AVANCE) o R (RETROCESO) con el freno de estacionamiento aplicado, la lámpara de aviso se activa, lo mismo que el zumbador de alarma.
- ★ Cuando el interruptor de arranque se gira a APAGADO, el freno de estacionamiento se aplica automáticamente. En este caso, antes de arrancar el motor otra vez, gire el interruptor del freno de estacionamiento a ENCENDIDO y luego a APAGADO.
- ★ La máquina no arranca cuando la palanca direccional es operada con el freno de estacionamiento aplicado.

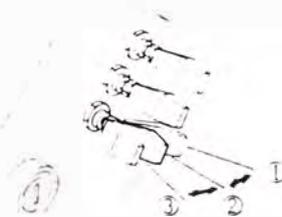


Cuando las lámparas de trabajo delantera y trasera son conectadas, la lámpara piloto y la lámpara de iluminación para el panel de monitor se encenderá también.

ENCENDIDO: Lámparas de trabajo ENCENDIDAS.

**⚠ Cuando haga recorrido en carreteras abiertas, gire las luces de trabajo a APAGADO.**

### 6. INTERRUPTOR DE CALENTADOR



Este interruptor se usa para calentar el aire de admisión en clima frío. Normalmente, coloque esta interruptor en la posición AUTO.

① **APAGADO**

El circuito de precalentamiento no se activa.

② **AUTOMATICO**

El circuito de precalentamiento automático se acciona automáticamente, cuando la temperatura atmosférica es menor que  $-5^{\circ}\text{C}$ .

### 7. INTERRUPTOR DE ARRANQUE



Este interruptor se usa para arrancar o apagar el motor.

**APAGADO**

Posición de llave de introducción. Todos los circuitos eléctricos están desactivados.

La lámpara de peligro y la lámpara de freno permanecerán encendidas, sin embargo, al girar el interruptor a APAGADO.

Para apagar el motor, gire el interruptor a APAGADO.

**ENCENDIDO**

Se activan los circuitos de carga y de luces. Mantenga la llave en esta posición ENCENDIDO después de arrancar.

**ARRANQUE**

En esta posición de la llave, el motor de arranque arranca el motor. Libere la llave de inmediato después de arrancar y ésta regresará automáticamente a la posición de ENCENDIDO.

③ **ENCENDIDO**

Hale hacia arriba el interruptor de la posición de AUTOMATICO para calentar el aire de admisión, cuando el calentamiento automático no es suficiente.

Utilice esta posición en clima frío si el motor no arranca con el interruptor de precalentamiento en la posición AUTO.

- ★ Si el interruptor se libera en posición de ENCENDIDO, éste regresará automáticamente a AUTOMATICO.

## 3. INTERRUPTOR DE LUCES

(Para lámparas, lámparas de señal de giro, interruptor de cambio de intensidad de luz)



### Interruptor de lámpara

Posición ① :  $\cdot \text{PE}$  :

Se encienden las lámparas de estacionamiento.

Posición de APAGADO (2) :  $-- \bullet$  :

Lámparas se apagan.

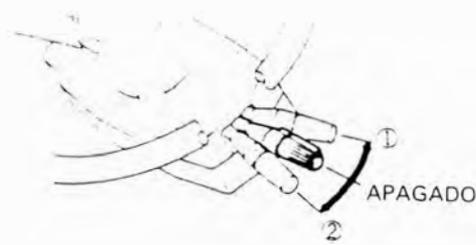
Posición (3) :  $\text{=O-O=}$  :

Lámparas de espacio libre, lámparas traseras y lámparas monitoras se encienden.

Posición (4) :  $\text{=D-}$  :

Se encienden las lámparas delanteras, además de las lámparas en posición 3 :  $\text{=O-O=}$  :

★ El interruptor de la lámpara se puede operar, cualquiera que sea la posición de la palanca.



### Palanca de señal de giro

Esta palanca opera las lámparas de señal de giro.

1) GIRO IZQUIERDO

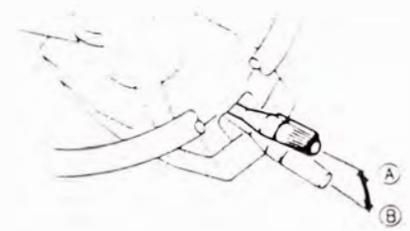
Empuje la palanca ADELANTE.

2) GIRO DERECHO

Hale la palanca hacia atrás.

★ Cuando se opera la palanca, la lámpara piloto de señal de giro también se enciende.

★ Cuando el volante de dirección es girado a la posición neutral, la palanca de señal de giro volverá automáticamente a APAGADO. Si no es así, retorne la palanca a APAGADO manualmente.



### Interruptor de Cambio de Intensidad de Luz

Este interruptor cambia la lámpara delantera entre luz alta y luz baja.

Ⓐ Luz baja

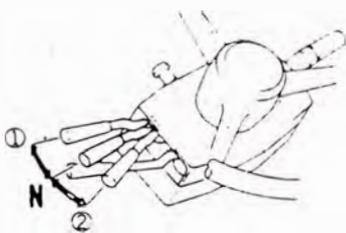
Ⓑ Luz alta

- 20 -

## INSTRUMENTOS Y CONTROLES

## PALANCAS Y PEDALES

### 1. PALANCA DIRECCIONAL



Esta palanca se usa para cambiar la dirección de recorrido de la máquina.

① Avance

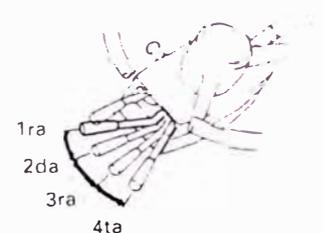
② Retroceso

Ⓝ Neutral

★ El motor no se puede arrancar si la palanca direccional no está en N (neutral).

★ Se puede cambiar la largura de la palanca. Para los detalles del cambio de la largura, refriérase a AJUSTE.

### 2. PALANCA DE CONTROL DE VELOCIDAD

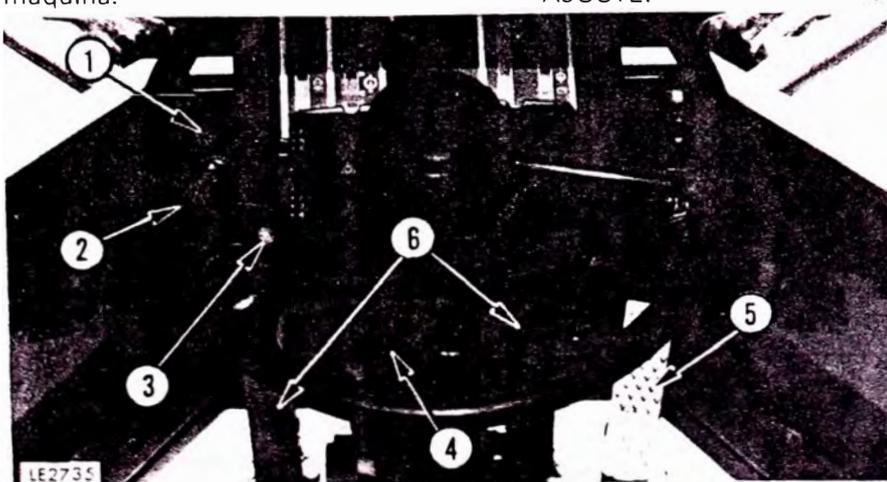


Esta palanca controla la velocidad de recorrido de la máquina. Esta máquina tiene 4-velocidades de AVANCE y 4-velocidades de RETROCESO. Coloque la palanca de control de cambios en la posición adecuada para obtener el rango de velocidad deseado.

★ Las velocidades de 1ra. y 2da. se utilizan para el trabajo.

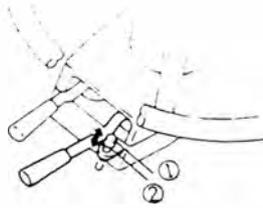
Las velocidades 3ra. y 4ta. se utilizan para el desplazamiento.

★ Se puede cambiar la largura de la palanca. Para los detalles del cambio de la largura, refriérase a AJUSTE.



- 21 -

### 3. TOPE DE PALANCA DE CONTROL DE VELOCIDAD



Este tope evita que la palanca de control de velocidad entre en las posiciones de 3ra y 4ta.

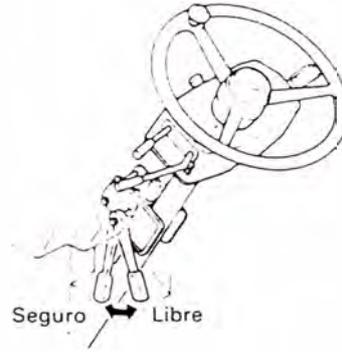
Posición ①

Tope activado

Posición ②

Tope liberado

### 4. PALANCA DE INCLINACION DEL TIMON



Esta palanca permite que el timón se incline hacia adelante o hacia atrás.

Hale la palanca hacia arriba y mueva el timón a la posición deseada para fijar el timón en esa posición.

★ Rango de ajuste:

100 mm (sin paso)

**!** Pare la máquina antes de ajustar el ángulo del timón.

### 5. PEDAL DEL ACELERADOR

Este pedal controla la velocidad del motor y el rendimiento. La velocidad del motor se puede controlar libremente entre ralenti bajo y la velocidad a toda marcha.

### 6. PEDAL DEL FRENO

#### Pedal del freno derecho

El pedal del freno derecho opera los frenos de pie y se usa para el frenado normal.

**!** Cuando descienda cuestas, aplique el freno de motor y se usa también el pedal del freno derecho.

#### Pedal del freno izquierdo

El pedal del freno izquierdo opera los frenos de pie y si el interruptor selector de cierre de la transmisión está en ENCENDIDO, también regresa la transmisión a neutral.

Si el interruptor selector de cierre de la transmisión está en APAGADO, el pedal del freno izquierdo actúa en la misma forma como el pedal del freno derecho.

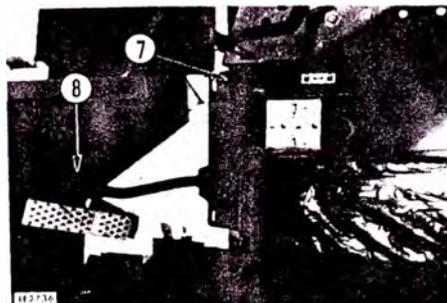
- 22 -

## INSTRUMENTOS Y CONTROLES

No use los pedales del freno de manera repetida, a menos que sea necesario.

No use los pedales del freno como descansapiés. Uselos solamente cuando vaya a aplicar los frenos.

★ Cuando el acelerador esté siendo usado para hacer funcionar los equipos de trabajo, use siempre el pedal de freno izquierdo para disminuir la velocidad o detener la máquina después de poner el conmutador de corte de la transmisión en la posición ENCENDIDO.



### 7. SEGURO

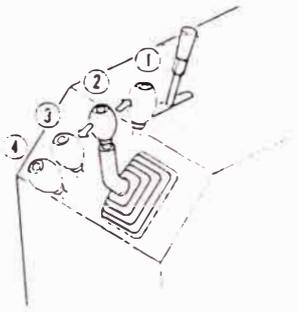


Esta usa para fijar las palancas de control de la aplanadora.

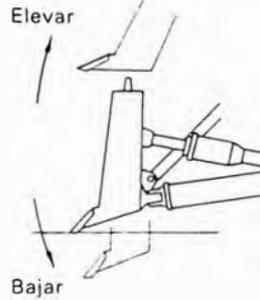
**!** Cuando vaya a estacionar o dejar la máquina, o cuando vaya a hacer el mantenimiento, siempre baje la aplanadora a la tierra, ponga la palanca controladora de la aplanadora en la posición de retención, y asegúrese de que el seguro esté cerrado.

### 3. PALANCA CONTROLADORA DE LA APLANADERA

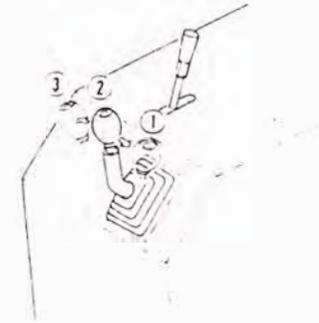
#### Operación de elevación



- ① Elevar  
La aplanadera se mantiene en la misma posición.
- ② Detener:  
La aplanadera se mantiene en la misma posición.
- ③ Bajar
- ④ Flotar:  
La aplanadera se mueve libremente bajo fuerzas externas.



#### Operación de inclinación



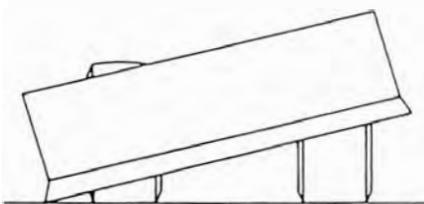
- ★ Cuando se suelta la palanca en las posiciones ① e ③, ella vuelve a la posición HOLD (retención).
- ★ Cuando se suelta la palanca en la posición ④, ella no vuelve a la posición HOLD (retención). Hágala volver manualmente a la posición HOLD.

- ① Inclinación hacia la izquierda  
La aplanadera se mantiene en la misma posición.
- ② Retención
- ③ Inclinación hacia la derecha

- 24 -

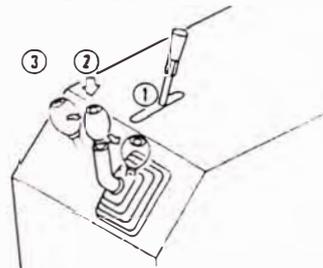
### INSTRUMENTOS Y CONTROLES

#### Operación de cabeceo

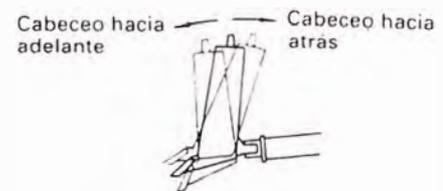


Inclinación hacia la derecha

- ★ Cuando se suelta la palanca en las posiciones ① y ③, ella vuelve a la posición HOLD (retención).
- ★ Ejecute la operación de inclinación, y cuando el cilindro de inclinación haya alcanzado el final de su recorrido, suelte la palanca a la posición HOLD (retención) lo más prontamente como posible.
- ★ Cuando cadenas hayan sido instaladas en los neumáticos, no opere el cilindro de inclinación hasta el final de su recorrido. Deténgalo en una posición donde no toque la cadena.



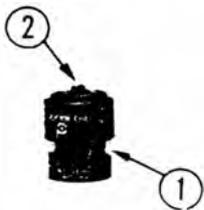
- Apriete la llave de bajada en la punta de la palanca para hacer operar la palanca.
- ① Cabeceo hacia atrás
  - ② Retención
  - ③ Cabeceo hacia adelante



- ★ Cuando el cilindro haya alcanzado el final de su recorrido, haga volver la palanca a la posición HOLD tan prontamente como posible.

- 25 -

## INDICADOR DE POLVO



Este dispositivo indica el atascamiento del elemento del filtro de aire. Cuando el pistón rojo (1) aparece en la parte transparente de este indicador, el elemento está atascado. Limpie inmediatamente el elemento.

Después de la limpieza, apriete el botón (2) del indicador para hacer volver el pistón rojo a la posición original.

El indicador de polvo está ubicado sobre el capó, en la tapa de inspección al lado del tanque del aceite del freno.

## DISYUNTOR (PRINCIPAL)



U5620

Este disyuntor evita daños en los componentes eléctricos y en el alambrado eléctrico.

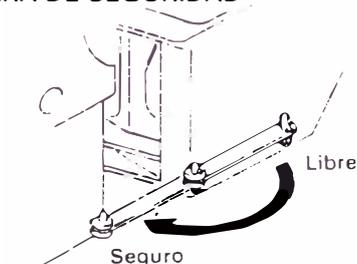
Cuando el disyuntor haya sido actuado, apriete el botón de reposición para reponer el sistema. Sin embargo, si el disyuntor actúa nuevamente después del botón haber sido apretado, o si el disyuntor actúa frecuentemente, puede haber un cortocircuito en el sistema eléctrico. En tales casos, póngase en contacto con el distribuidor Komatsu para reparos.

★ El disyuntor principal no es repuesto por 45 segundos después de la actuación del disyuntor.

- 26 -

## INSTRUMENTOS Y CONTROLES

### BARRA DE SEGURIDAD

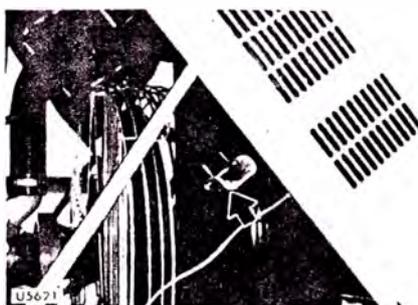


La barra de seguridad se usa durante el mantenimiento o cuando esté transportando la máquina. Ella traba el bastidor delantero y el bastidor trasero, y evita deformaciones en los bastidores delantero y trasero.

**Siempre use la barra de seguridad durante el mantenimiento o es transporte de la máquina.**

**Siempre quite la barra de seguridad durante la operación de recorrido normal.**

### SEGURO DE INCLINACION DE CAPO



U5621

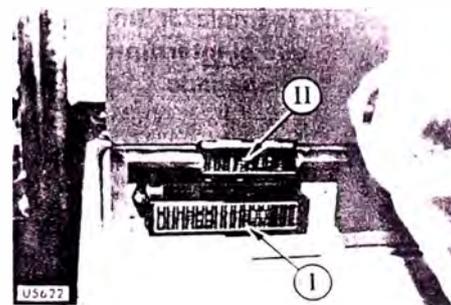
Este es un dispositivo de seguridad para el capó del motor y se usa al trabajar con el capó del motor elevado, tal como en inspecciones y mantenimiento.

Abra totalmente el capó y aplique el seguro.

**⚠ Al efectuar las inspecciones o el mantenimiento, con el capó elevado, use siempre el seguro.**

### CAJA DE FUSIBLES

Estos fusibles protegen los accesorios eléctricos y el alambrado de ser quemados. Si cualquier fusible está oxidado o cubierto con polvo blanco, debe reemplazarlo.

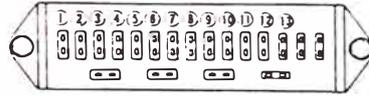


U5622

- 27 -

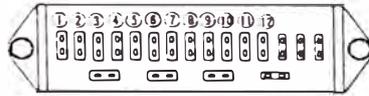
**Circuito y arreglo de fusibles**

**Caja de fusibles II**



★ Reemplace un fusible por otro de la misma capacidad

**Caja de fusibles I**



**Caja de fusibles I (Lado Inferior)**

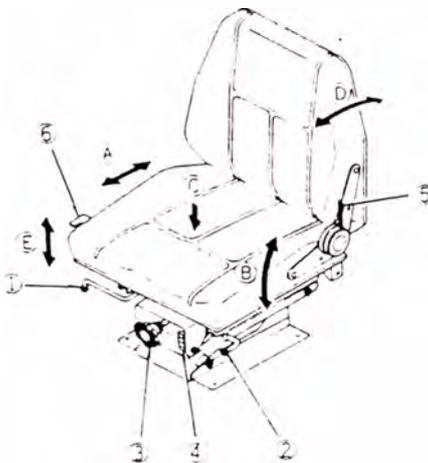
Nº	Capacidad del fusible	Circuito
1	20A	Luz de trabajo
2	10A	Freno de estacionamiento
3	10A	Luz de monitoreo
4	10A	Posicionador del cucharón Desenganche del brazo de izado
5	10A	—
6	10A	—
7	20A	Acondicionador de aire (ventilador externo)
8	10A	Acondicionador de aire (ventilador interno)
9	10A	Radio, luz interna
10	10A	Encendedor de cigarrillos
11	10A	Limpiaparabrisas delantero
12	10A	Limpiaparabrisas trasero

**Caja de fusibles II (Lado Superior)**

Nº	Capacidad del fusible	Circuito
1	20A	Interruptor de puesta en marcha
2	10A	Luz de peligro
3	10A	Faro delantero izquierdo
4	10A	Faro delantero derecho
5	10A	Luz de franqueo lateral izquierdo
6	10A	Luz de franqueo lateral derecho
7	20A	Alumbrado
8	10A	Luz de la señal de viraje
9	10A	Luz del freno, luz de reserva
10	10A	Válvula de control de la transmisión
11	10A	Bocina
12	10A	Control de cabeceo
13	5A	Parada del motor

**ASIENTO DE OPERADOR**

El ajuste del asiento debe ser revisado al comenzar cada turno y cuando cambian los operadores.



**A: Ajuste de Avance-Retroceso**

Mueva la palanca (1) hacia la derecha, moviendo al asiento a la mejor posición y libere la palanca. El asiento se puede mover hacia adelante o hacia atrás dentro de un rango de 140 mm en 7 etapas.

**B: Ajuste del ángulo del asiento**

Mueva la palanca (2) hacia arriba, ajuste el asiento al ángulo deseado y libere la palanca.

El asiento es inclinable hacia arriba o hacia abajo aproximadamente 3°.

**C: Ajuste del asiento**

Gire la agarradera (3) debajo del asiento para ajustar la escala (4) en el ajuste del cojín a su propio peso (de 50 a 120 kg).

**D: Ajuste de respaldar**

Mueva la palanca (5) hacia arriba, mueva el respaldar a la mejor posición y libere la palanca. El respaldar puede ajustarse hasta 11 pasos.

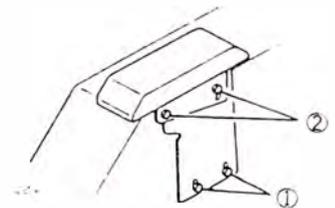
**E: Ajusto de la altura del asiento**

Mueva la palanca (6) hacia arriba y ajuste el asiento a la altura deseada y libere la palanca.

El asiento puede ajustarse dentro de 50 mm.

**⚠ Estacionar la máquina en un sitio seguro y detener el motor cuando se realice el ajuste del asiento del operador.**

**APOYABRAZOS DE LADO DERECHO**



**Ajuste de altura**

Afloje los pernos (1) para mover el apoyabrazos a la posición deseada, y apriete los pernos.

**Ajuste de ángulo**

Afloje los pernos (2) para mover el apoyabrazos al ángulo deseado y apriete los pernos.

## CORREA DE SEGURIDAD



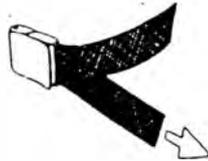
**⚠ Antes de ajustarse la correa de seguridad, inspeccione los soportes y la correa en cuanto a condición.**

Sujete la correa y remueva de la forma siguiente.

1. Ajuste el asiento de modo que el pedal del freno se puede deprimir totalmente con la espalda del operador contra el respaldar.
2. Después de colocar el asiento, instale la correa (1). Con el asiento desocupado, apriete la correa ligeramente a lo largo del asiento e instale.

**⚠ Revise que no haya enroscados en la correa.**

3. Sentado en el asiento, sostenga la hebilla (2), introduciendo (3) en la hebilla (2). Confirme que la correa esté fija halandola.
4. Al remover la correa, eleve la punta de la palanca de la hebilla para liberarla.
  - ★ Cuando deje el asiento del operador, libere la correa de seguridad y cuélguela sobre el apoyabrazos.
  - ★ Ajuste la correa al cuerpo, sin torcerla. Ajuste los largos de la correa tanto en la hebilla como en los lados de inserción, de modo que la hebilla quede en el punto medio enfrente del cuerpo. Ajuste el largo de la correa así:
    - i) Para acortar la correa, hale el extremo libre ya sea del lado de la hebilla o de inserción.



- ii) Para alargarla, hale la correa mientras la sostiene en angulo recto a la hebilla o inserción.



5. Al operar una máquina equipada con ROPS, confirme el uso de la correa de seguridad.
  - ★ Inspeccione los pernos y uniones en el chasis en cuanto al apriete. Reapriete cualquier perno flojo de 2 a 3 kgm torque.
  - ★ Si el asiento está rayado o desgastado, o si hay uniones rotas o deformadas por un largo servicio, reemplace la correa de inmediato.

- 30 -

INSPECCION ANTES DE ARRANCAR

## INSPECCION ANTES DE ARRANCAR

Inspecciones antes de iniciar operaciones pueden prevenir problemas con la máquina. No debe descuidarlos.

### a. INSPECCION VISUAL

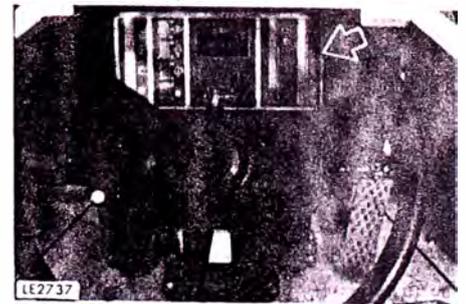
Inspeccione alrededor de la máquina y debajo de la misma para cerciorarse de que no existan tuercas o pernos sueltos, acumulación de tierra, o fugas de aceite, combustible o refrigerante, e inspeccione el estado del equipo de trabajo y sistema hidráulico.

Verifique asimismo que no existan cables sueltos, que el juego sea correcto, y que no haya polvo acumulado en los puntos que desarrollan altas temperaturas.

1. Verificar si no hay desgastes en el hilo y en la hoja de corte.
2. Verifique las conexiones de la caja de transmision por fuga de aceite.
3. Verifique el sistema de freno por fuga de aire y fuga de aceite.
4. Inspeccione apriete del perno de montaje del depurador de aire.

5. Inspeccione el apriete de los terminales de la batería.
6. Verificar si no hay fuga de agua en el radiador.
7. Inspeccione alrededor del motor por si hay fugas de agua y aceite.
8. Verifique el puente por fuga de aceite.
9. Inspeccione la unión del tanque hidráulico por fugas de aceite.
10. Inspeccione por fugas de aceite en las mangueras de alta presión, en las uniones de las mangueras de alta presión.

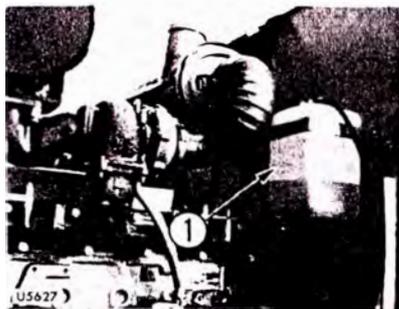
### b. INSPECCION DEL TABLERO



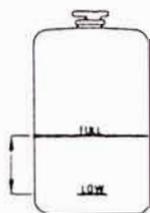
1. Gire a ENCENDIDO el interruptor de arranque.
2. Inspeccione que todas las lámparas monitoras, medidores y lámparas de aviso se enciendan por 3 segundos y que suene la alarma del zumbador por 1 segundo, aproximadamente.
  - ★ Si alguna lámpara no enciende, solicite a su distribuidor Komatsu la inspeccion del caso.
  - ★ Siempre haga la inspeccion haciendo referencia a la seccion INSPECCION ANTES DE ARRANCAR.

- 31 -

**c. INSPECCION Y RELLENADO DE ENFRIADOR DE ENFRIADOR**



1. Abra el capó del motor y aplique la cerradura de capó al lado del radiador.
2. Verifique el nivel del fluido refrigerante. El nivel del agua tiene que estar entre las marcas FULL y LOW en el depósito secundario (1).

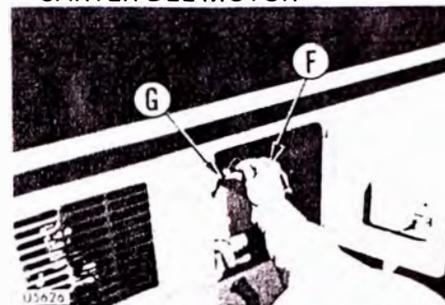


3. Si el nivel es demasiado bajo, agregue agua al depósito secundario (1).

**⚠ No abra la tapa de radiador a menos que sea necesario. Verifique siempre el nivel del fluido refrigerante del depósito secundario cuando el motor esté frío.**

- ★ Si el volumen de enfriador añadido es más de lo normal, revise por posibles fugas de agua.

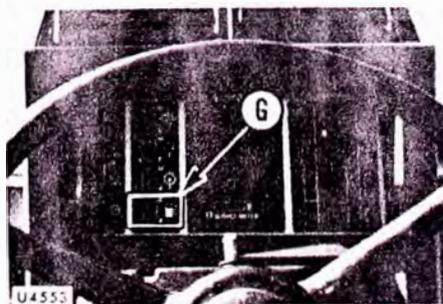
**d. INSPECCION DE NIVEL DE ACEITE Y RELLENADO EN EL CARTER DEL MOTOR**



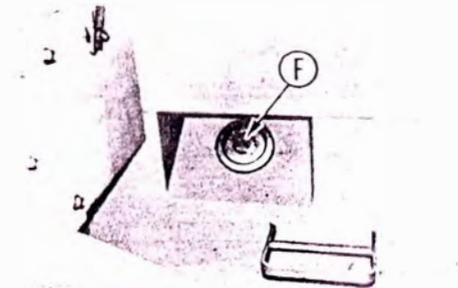
1. Abra la ventana de inspección en la parte trasera derecha de la máquina.
2. Use la varilla de medición (G) para revisar el nivel del aceite.
3. El nivel debe estar entre la marca L y H, si es necesario añada aceite por el llenado (F).

- ★ El tipo de lubricante a usar depende de la temperatura ambiente. Seleccione de acuerdo con la table "COMBUSTIBLE, FLUIDO DE ENFRIAMIENTO DEL MOTOR Y LUBRICANTES".

**e. INSPECCION DE NIVEL DE COMBUSTIBLE Y RELLENADO DE COMBUSTIBLE**



1. Inspeccione el nivel de combustible usando el medidor (G) en el tablero de instrumentos.

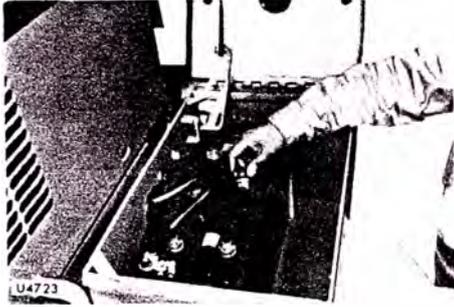


2. Al completar el trabajo, vierta combustible adicional por el llenado (F) hasta que el tanque de combustible indique lleno.

- ★ Capacidad de combustible: 293 l
- ★ Cuando añada combustible, nunca permita el rebose del combustible. Esto puede causar un incendio.

- ★ Cuando verifique el nivel de aceite, estacione la máquina en un terreno nivelado, detenga el motor y espere aproximadamente 15 minutos antes de la verificación.

**f. INSPECCION EL NIVEL DE ELECTROLITO EN LA BATERIA**

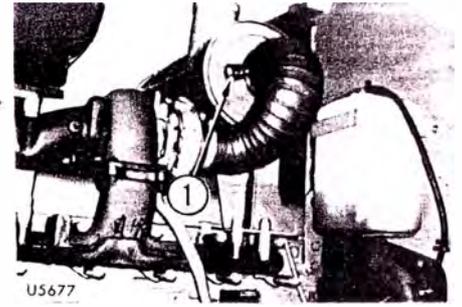


1. Abra las cubiertas de la caja de la batería.
  2. Si el nivel de electrolito es menos al nivel prescrito (de 10 a 12 mm sobre la plancha), suministre agua destilada.
- ★ Si se derrama el ácido, haga rellenar por el taller de batería, más cercano, de acuerdo con el ácido de la gravedad específica.
  - ★ Al inspeccionar el nivel del electrolito, limpie el orificio de aire de la tapa de la batería.

**!** Si el electrolito penetra su ropa o piel, lave enseguida con bastante agua limpia.

**!** Para evitar explosiones de gas, no acerque fuego o chispas cerca de la batería.

**g. INSPECCION DEL INDICADOR DE POLVO**

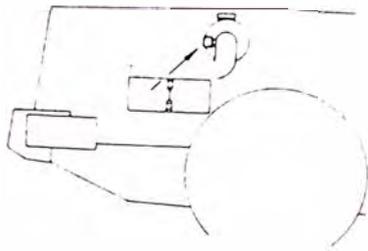


Quando el elemento del depurador de aire está obstruido, el pistón rojo del indicador de polvo (1) alcanza el nivel de servicio y es fijado.

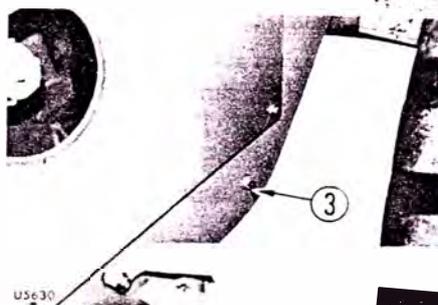
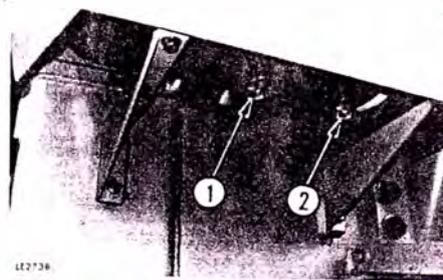
En tal caso, limpie el elemento haciendo referencia a la sección "CUANDO SEA NECESARIO".

Después de limpiar el elemento, empuje el botón para regresar el pistón rojo.

**h. DRENAR EL AGUA DEL TANQUE DE AIRE**

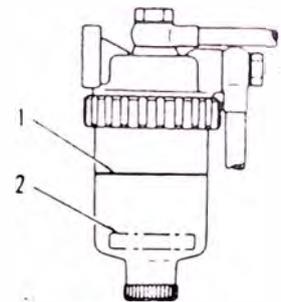


Es posible inspeccionar a través de la ventanilla de inspección de aceite del motor.



Al terminar el trabajo, abra las válvulas de drenaje (1), (2) y (3) y la válvula del tanque húmedo trasero inferior, drenando el agua fuera del tanque.

**i. INSPECCION DE SEDIMENTACION Y AGUA EN EL SEPARADOR DE AGUA**



El separador de agua separa el agua mezclada con el combustible. Si el flotador (2) está en o sobre la línea roja (1), drene el agua. Para el procedimiento de drenaje, vea la sección "CUANDO SEA NECESARIO".

★ Aún si el separador de agua está instalado, confirme la versión del tanque de combustible para remover el agua y la sedimentación en el combustible.

- j. INSPECCION DEL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DEL FRENO DE ESTACIONAMIENTO.
- k. INSPECCIONE QUE LOS FRENOS TRABAJES CORRECTAMENTE.
- l. REVISE QUE LA BOCINA FUNCIONE CORRECTAMENTE.
- m. INSPECCIONE QUE LAS LUCES CENTELLEAN CORRECTAMENTE; INSPECCIONE POR SUCIO O DANOS.
- n. INSPECCIONE QUE EL COLOR DEL GAS DE ESCAPE Y EL SONIDO SEA NORMAL.
- o. INSPECCION QUE LOS MEDIDORES Y LOS INSTRUMENTOS TRABAJEN CORRECTAMENTE.
- p. INSPECCION DE QUE EL JUEGO DIRECCIONAL TRABAJE CORRECTAMENTE.
- q. INSPECCIONE QUE EL ZUMBADOR DE RETROCESO SUENA CORRECTAMENTE.
- r. INSPECCIONE EL ALAMBRADO ELECTRICO  
 Verifique por daños de fusible y cualquier signo de desconexión o corto y circuito. Verifique también que no hayan terminales sueltos y apriete las piezas sueltas.  
 Verifique cuidadosamente los siguientes puntos.
  - Batería
  - Motor de arranque
  - Alternador

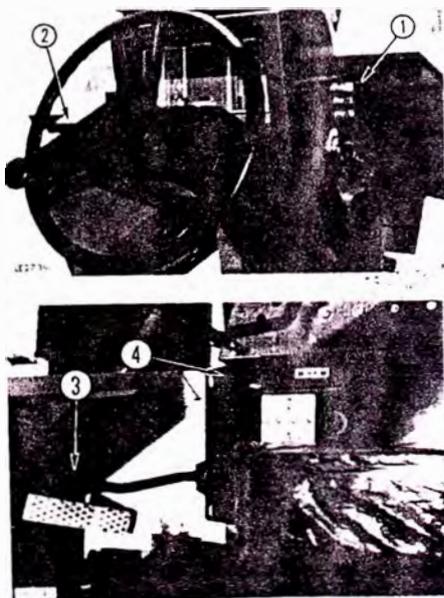
**⚠** Si el fusible esta dañado o hay signos de corto y circuito en el alambrado eléctrico, siempre investigue la causa y corrijala.

★ Por favor, contacte a su distribuidor komatsu para la investigación y corrección de la causa.

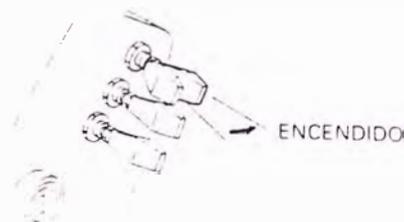
## OPERACION DE LA MAQUINA

### ANTES DE ARRANCAR EL MOTOR

- ⚠** Si las palancas de control se tocan por descuido, esto puede provocar movimientos repentinos del equipo.
- ⚠** Cuando abandone el compartimiento del operador, debe ajustar la palanca de bloqueo siempre a posición de bloqueo (LOCK).



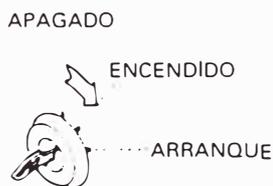
1. Efectue una inspección inicial. (Para detalles de la inspección, vea INSPECCION ANTES DE ARRANCAR).
2. Con la espalda contra el respaldar del asiento del operador, ajuste la posición del asiento, de modo que sea fácil deprimir el pedal del freno.
3. ¿Está el interruptor del freno de estacionamiento (1) en posición de ENCENDIDO?



4. ¿Está la palanca direccional (2) en posición N (neutral)?



6. Gire la llave del interruptor de arranque (5) a la posición ON.



- ★ El motor no arranca, mientras la palanca direccional (2) esté en otra posición que no sea N (neutral).

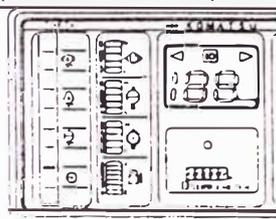
5. ¿Está la palanca de control de la aplanadora (3) fijada con el seguro (4)?

- ★ Evite poner el motor en marcha cuando la palanca de control de la aplanadora (3) está en cualquier posición que no sea la posición de retención (HOLD).



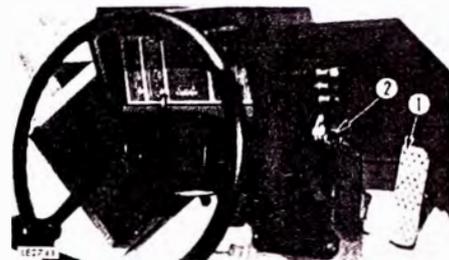
7. En el monitor (6) de la máquina, confirme que no hay indicación de las siguientes alarmas.

- Cantidad del aceite del freno
  - Cantidad del aceite del motor
  - Nivel de agua del radiador
- Cuando haya indicación de alarma en el monitor, refiérase a la explicación del ítem "A grupo de chequeo" de cada dispositivo.



- 38 -

## PARA ARRANCAR EL MOTOR



1. Deprima el pedal del acelerador (1) ligeramente.
2. Inspeccione que la lámpara piloto de precalentamiento se apague, luego gire la llave (2) a ARRANQUE para arrancar el motor.



3. Cuando el motor haya arrancado, libere la llave del interruptor de arranque (2) y la llave regresará automáticamente a ENCENDIDO.



- ★ Si el motor no arranca, repita el procedimiento de arranque, después de 2 minutos.
- ★ No deje la llave en ARRANQUE por más de 20 segundos.
- ★ Si se utiliza combustible con un valor cetano bajo, puede no arrancar bien a temperaturas normales.

En dicho caso, utilice los métodos indicados para arrancar en tiempo frío.

- ★ Para arrancar el motor en clima frío, refiérase a OPERACION EN CLIMA FRIO.

### Arranque especial

Para arrancar después del agotamiento de combustible, llene el tanque, luego llene el cartucho de filtro de combustible con combustible y purgue el aire del sistema antes de arrancar.

Refiérase a FILTRO DE COMBUSTIBLE en servicio cada 500 horas.

### INSPECCIONES DESPUES DE ARRANCAR

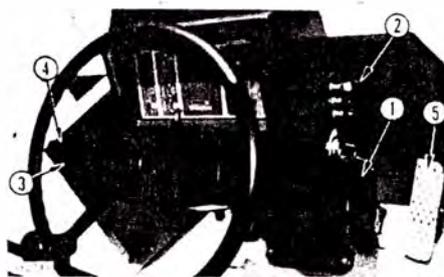
Después de arrancar haga las siguientes inspecciones.



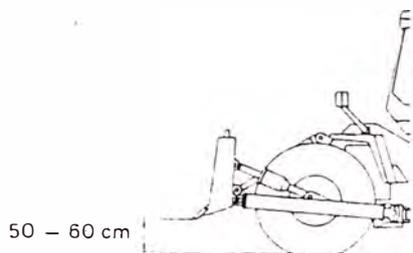
1. Deprima el pedal del acelerador (1) ligeramente y corra el motor sin carga, a media velocidad por 5 minutos.
2. Después del calentamiento, inspeccione las lámparas monitoras para corroborar que funcionan correctamente.

### PARA MOVER LA MAQUINA

- ★ Continúe la marcha del motor en carga ligera, hasta que enciendaan los rangos verdes del medidor de temperatura de agua del motor y de aceite del convertidor detorsión.
- 3. Inspeccione si el color del gas de escape es normal, o si hay algún ruido o vibración anormal.
- ★ Evite acelerar abruptamente el motor, hasta completar el calentamiento.
- ★ No haga funcionar el motor más de 20 minutos a velocidad de marcha en vacío baja o alta. Si es necesario de hacer funcionar el motor a velocidad de marcha en vacío, aplique una carga de vez en cuando o aumente la velocidad del motor hasta el rango de velocidad media.



1. Inspeccione que los items de aviso no aparezcan en el tablero monitor.
2. Libere el seguro de la palanca de control del equipo de trabajo. Traiga el equipo de trabajo a posición de recorrido.



- 40 -

3. Deprima el pedal del freno derecho (1) y gire el interruptor del freno de estacionamiento (2) a APAGADO, liberando el freno de estacionamiento.



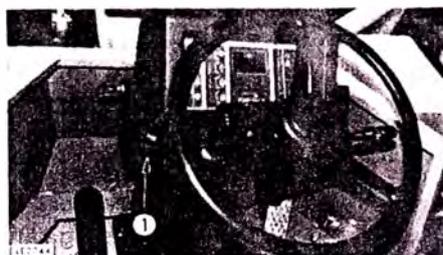
- ★ Cuando el freno de estacionamiento es aplicado con el interruptor de freno de estacionamiento (2) en APAGADO, coloque el interruptor (2) a ENCENDIDO y retorne a APAGADO otra vez.
- 4. Coloque la palanca de control de velocidad (3) y la palanca direccional (4) a la posición deseada.



5. Libere el pedal del freno derecho (1), luego deprima el pedal del acelerador (5) para iniciar la marcha de la máquina.

**⚠ Si la máquina tiene que arrancarse en una pendiente, siempre gire el interruptor selector de cierre de transmisión a APAGADO y deprima el pedal del acelerador, mientras libera el pedal del freno izquierdo para arrancar la máquina lentamente.**

### CAMBIO DE VELOCIDAD DE ENGRANAJE



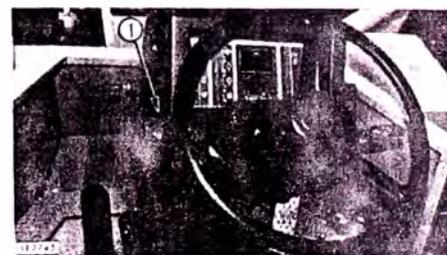
Mueva la palanca de control de velocidad (1) a la posición deseada.



- ★ Para usar las velocidades de 1ra y 2da para las operaciones de excavación y carga, active el tope de la palanca de control de velocidad.

### CAMBIO DE DIRECCION

No hay necesidad de detener la máquina aunque cambie entre AVANCE y RETROCESO.

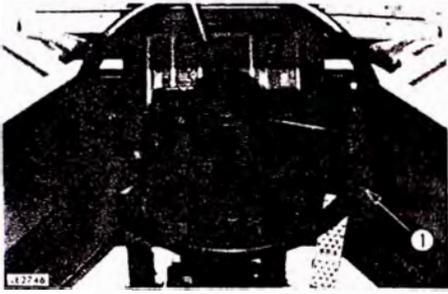


Coloque la palanca direccional (1) en la posición deseada.



- ⚠ Antes de cambiar de dirección, inspeccione que está seguro.
- ⚠ Nunca cambie entre AVANCE Y RETROCESO a alta velocidad.

GIRO



Al hacer un recorrido, use el timón (1) para girar la máquina.

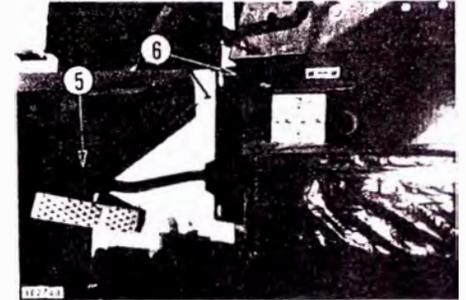
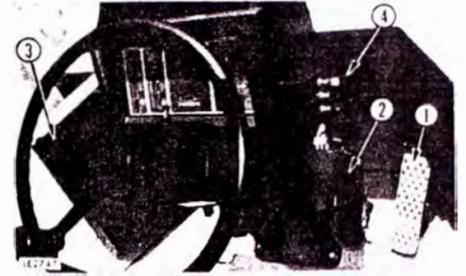
★ Con esta máquina, el bastidor delantero está unido al bastidor trasero en el centro de la máquina, por un pasador central. Los bastidores se doblan en este punto y las ruedas traseras siguen en la misma vía que las delanteras al girar.

★ Gire el timón ligeramente, siguiendo la máquina al girar. Cuando gire el timón plenamente, no gire sobre el final de la carrera.

⚠ Es peligroso girar la máquina de repente a alta velocidad o fir irar en pendientes muy escalonadas.

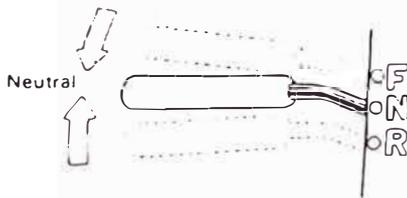
⚠ Si el motor se apaga cuando la máquina está en recorrido, la dirección no se puede usar. Esto es muy peligroso en las pendientes, por lo tanto, no debe apagar el motor cuando la máquina está en recorrido.

PARA PARAR LA MAQUINA

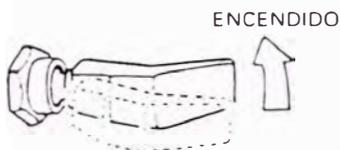


1. Libere el pedal del acelerador (1), y deprima el pedal del freno (2) para detener la máquina.

2. Coloque la palanca direccional (3) en posición N (neutral).

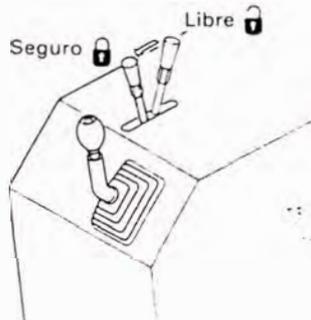


3. Gire el interruptor del freno estacionamiento (4) a ENCENDIDO para aplicar el freno de estacionamiento.



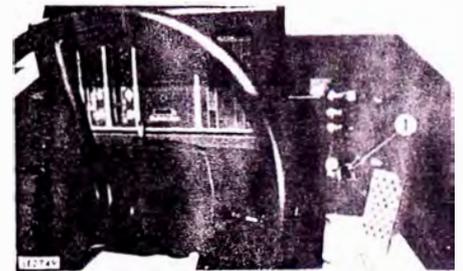
★ Al aplicar el freno de estacionamiento, la transmisión se regresa automáticamente a neutral.

4. Opere la palanca de control de la aplanadera (5) y baje la aplanadera al suelo, y luego trabe el seguro (6).



⚠ Pare la máquina en un lugar seguro sobre un suelo firme ni plano. Si la máquina ha sido parada en una vertiente, ponga bloques debajo de las ruedas. Además, clave la aplanadera en el suelo para aumentar la seguridad.

PARA PARAR EL MOTOR



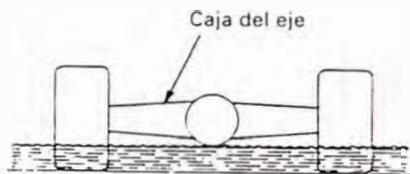
1. Ponga el motor en marcha a baja velocidad por 5 minutos, aproximadamente, permitiendo así que el motor se enfrie gradualmente.  
2. Regrese la llave de arranque (1) a posición de APAGADO y remueva la llave.



### MAXIMA PROFUNDIDAD DEL AGUA

Al trabajar en el agua o en terrenos fongosos, no deje que el agua pase del fondo de la caja del eje.

- ★ Después de terminar la operación, lave y verifique los puntos de lubricación.



### SI EL FRENO DE PIE NO TRABAJA

Si la máquina no se detiene al deprimir el pedal del freno, use el freno de estacionamiento para parar la máquina.

- ★ Si el motor es parado abruptamente, la vida del motor se acorta notablemente. Por consiguiente, evite esta situación, a no ser que sea una emergencia.
- ★ En especial, si el motor se ha sobrecalentado, no lo pare abruptamente, sino que lo deja en marcha a velocidad media para que se enfríe gradualmente, y luego lo para.

### PRECAUCIONES AL MANEJAR LAS PENDIENTES SUBIENDO O BAJANDO.

#### Baje el centro de gravedad al girar.

Al girar en las pendientes, baje el equipo de trabajo para bajar el centro de gravedad antes de girar. Es peligroso girar la máquina con el equipo de trabajo elevado.

### Frenado bajando pendientes.

Si los frenos de servicio se utilizan con demasiada frecuencia al bajar una cuesta, se pueden calentar en exceso y se dañaran. Para evitar este problema, haga un cambio a una marcha más baja y utilice la fuerza de frenado del motor.

Si fuera necesario frenar, utilice el pedal de freno de la derecha.

Si la palanca de control de velocidad no se coloca en una posición apropiada de velocidad, el aceite del convertidor de par puede recalentarse. Si recalenta, coloque la palanca de control de velocidad en la siguiente velocidad inferior para disminuir la temperatura del aceite.

Si el indicador de temperatura no indica el rango verde de la escala aún con la palanca en la primera posición de velocidad, detenga la máquina, coloque la palanca en neutral, y haga funcionar el motor en velocidad media hasta que el indicador indique el rango verde.

### Si el motor se para.

Si el motor se para en una pendiente, deprima totalmente el pedal del freno derecho. Seguido, baje el equipo de trabajo al suelo y aplique el freno de estacionamiento. Luego, coloque las palancas direccionales y de control de velocidad en neutral y arranque nuevamente el motor. (Si la palanca direccional no está en neutral, el motor no arrancará).

# TRABAJO DE LA EMPUJADORA NIVELADORA SOBRE RUEDAS

## ZANJAMIENTO

Para excavar zanjas, incline la aplanadora. El suelo puede ser excavado de manera efectiva por medio de la aplanadora inclinada.

## ALISADURA

Superficies irregulares del suelo que hayan resultado después de la excavación pueden ser niveladas por una fina operación de la aplanadora. El método básico es el operar la máquina a bajas velocidades con la aplanadora completamente cargada de tierra y arena. Se puede obtener también una superficie acabada plana haciendo retroceder la máquina despacio con la aplanadora "flotando", de manera que ésta sea arrastrada sobre la superficie. Sin embargo, evite hacer eso sobre un suelo pedregoso o rocoso, puesto que puede estropear la aplanadora.

## EMPUJE

Una empujadora niveladora sobre ruedas transporta tierra hacia adelante. La excavación de pendientes puede siempre ser ejecutada de manera más efectiva trabajando desde arriba hacia abajo.

## TUMBA Y DESARRAIGO

Árboles, con diámetros de 5 a 12 centímetros, pueden ser tumbadas y desarraigadas dando 2 o 3 empujes con la aplanadora mantenida separada de la superficie del suelo. En seguida, haga retroceder la máquina y baje la aplanadora para clavarla en el suelo. Quiebre las raíces y empuje los trozos resultantes hacia adelante mientras excava el suelo.

Nunca aplique un fuerte impacto ni arroje la máquina contra un árbol operando a altas velocidades.

**⚠** Cuando esté ejecutando operaciones, empuje los objetos directamente hacia adelante. Evite aplicar cargas solamente sobre un lado de la aplanadora.

**⚠** Evite golpear suelo rocoso duro o golpear fuertemente con un ángulo. Eso es peligroso, y reduce la vida de la máquina.

# MANEJO DE LAS LLANTAS

## PRECAUCIONES AL MANEJAR LAS LLANTAS

Si se encuentran los defectos enumerados a continuación en las llantas, por razones de seguridad la llanta debe ser reemplazada por una nueva.

- El alambre del talón está roto o doblado o la llanta está demasiado deformada.
- El desgaste es excesivo y las lonas de la carcasa (excluyendo refuerzo) está expuesto más de 1/4 de la circunferencia.
- El daño a la carcasa excede de 1/3 del ancho de la llanta.
- Las capas de la llanta están separadas.
- Las rajaduras radiales alcanzan la carcasa.
- La deformación o daños que hacen inservible la llanta.



## PRECAUCIONES AL MANEJAR LA MAQUINA

Cuando la máquina hace un recorrido a alta velocidad en una distancia larga, las llantas se ponen calientes. Esto causa un desgaste anticipado de las llantas, y debe evitarse en lo que sea posible. Si la máquina debe ser manejada distancias largas, tome las siguientes precauciones.

- Siga las reglamentaciones establecidas para la máquina y maneje con cuidado.
- La presión de inflado de aire más adecuada, velocidad de recorrido o tipo de llanta difiere según la condición de la superficie de recorrido. Haga contacto con su distribuidor Komatsu o el distribuidor de llantas para información.

- Los siguientes son los valores apropiados de las presiones de los neumáticos y de las velocidades cuando esté corriendo sobre una superficie pavimentada con neumáticos normales.

Presión de los neumáticos:	
	delanteros 2,6 kg/cm <sup>2</sup>
	traseros 2,6 kg/cm <sup>2</sup>
Velocidad:	15 Km/h

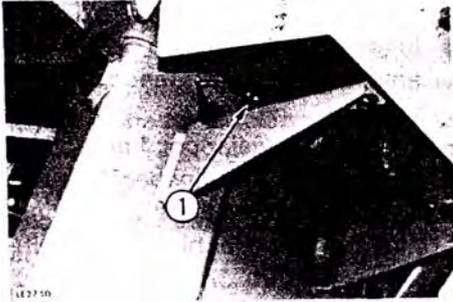
- Inspeccione la presión de la llanta antes de arrancar, cuando la llanta está fría.
- Después de viajar por 1 hora, pare por 30 minutos. Inspeccione las llantas y otras partes por daños, también revise los niveles de aceite y de enfriador.
- Siempre viaje con el cucharón vacío.
- Nunca use cloruro de calcio o cascajo seco en las llantas al hacer un recorrido.

**PRESION DE NEUMATICO**

Mida la presión de la llanta antes de inciar la operación, cuando éstas están frías.

Si la presión de inflado es muy baja, cause sobrecarga en las llantas. Si la presión de inflado es muy alta, la llanta se puede cortar o reventar bajo el impacto. Por la tanto, ajuste la presión de inflado a loa valores de la tabla a continuación.

**Inflado de llantas**



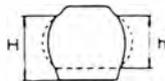
Conecte la manguera de carga de aire al recojo de aire (1) para inflar las llantas.

- Para operaciones sobre superficies de carreteras normales: ..... Presión mediana en el gráfico de presiones de aire.
  - Operaciones sobre arena: ..... Extremidad inferior de la gama de presiones en el gráfico de presiones de aire.
- Si la deflexión del neumático es excesiva, aumente la presión de inflado dentro de los límites indicados en el cuadro, para dar una deflexión adecuada (véase la tasa de deflexión).

Tamaño del neumático (patrón)	Numero de lonas	 Altura libre (mm)	Presión de inflado (kg/cm <sup>2</sup> )		
			Terreno suave (terreno arenoso)	Carretera normal	Cuando embarcado desde la fabrica
23,5 - 25 (Tracción L2)	12	434	2,2 - 2,6	2,4 - 2,8	Neumático delantero: 2,8 Neumático trasero: 2,8

- ★ Proporción de desviación (desviación/altura libre)

$$= \frac{H - h}{H} \times 100$$



H: Altura libre

h: Altura cuando está cargado

Como guía para las inspecciones visuales, la proporción de desviación (desviación/altura libre) de la llanta delantera debe ser así:

En la posición de carrera:

aproximadamente 8% a 10%

- ★ Al inspeccionar la presión de la llanta, inspeccione si hay rajaduras pequeñas y averías y si hay alambre o pequeños pedazos de metal, que puedan causar pinchazos. Verifique también si hay algún desgaste anormal.
- ★ Los costos de operación se pueden reducir y aumentar la vida útil de las llantas, manteniendo el área de operación en buenas condiciones y libre de las rocas que se desprenden.

## REMOLQUE

### REMOLQUE DE LA MÁQUINA

Esta máquina no debe ser remolcada excepto en emergencias. Al remolcar la máquina, tome las siguientes precauciones.

**!** Si hay una avería en la línea de freno, los frenos no se pueden usar, y se debe tener mucho cuidado al remolcar.

#### Cuando se puede usar el motor.

- Siempre mantenga el motor en marcha al remolcar la máquina, de modo que se pueda usar la dirección y el frenado.

#### Cuando el motor no se puede usar.

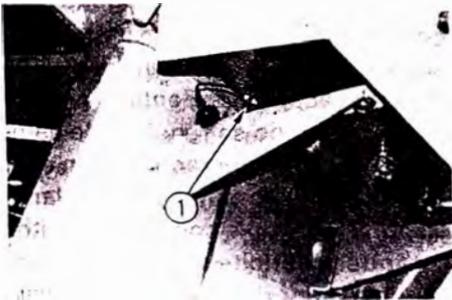
- No fluye el aceite lubricante en la transmisión, de tal manera que debe desconectar los ejes impulsores delanteros y traseros antes de mover la máquina.
- No se puede usar la dirección, por lo tanto desconecte el cilindro direccional y el varillaje direccional.
- ★ La máquina debe ser remolcada únicamente al lugar más cercano para inspección y mantenimiento. No debe ser remolcada distancias largas.
- ★ Si la fuga de aire en el circuito de aire causa una baja de presión dentro del tanque, el freno de estacionamiento queda aplicado. Al remolcar la máquina, libere el freno de estacionamiento.

- 50 -

REMOLQUE

### LIBERACION DEL FRENO DE ESTACIONAMIENTO

1. Remueva el enchufe de carga de aire (1), instalado en la parte derecha delantera del bastidor trasero.



2. Remueva la manguera de aire de la cámara del freno de estacionamiento, luego instale el enchufe nuevamente.
3. Instale la manguera de carga de aire de la llanta al enchufe de carga de aire.

**!** Si hay una avería en el circuito de aire, no se puede usar el freno. Esto es peligroso, por lo tanto debe remolcar la máquina a baja velocidad. Mantenga el motor en marcha para poder usar la dirección.

4. Empuje el extremo de la manguera sobre la válvula de la llanta y se suplirá el aire a la cámara del freno para liberarlo.
5. Cuando se libera el freno de estacionamiento, remueva la manguera de la carga de aire. Remolque la máquina de inmediato a un lugar seguro.

**!** Pare la máquina en una superficie plana al liberar el freno de estacionamiento y revise que los alrededores estén seguros. En emergencias, o cuando se tiene que liberar el freno de estacionamiento en una pendiente, coloque bloques en las llantas con cuidado antes de liberar el freno.

- 51 -

# OPERACION EN CLIMA FRIO

## PREPARACION A LA BAJA TEMPERATURA

Si la temperatura comienza a descender, se vuelve más difícil poner en marcha el motor y el refrigerante puede llegar a congelarse. Por lo tanto, es necesario tomar las siguientes medidas de precaución.

### COMBUSTIBLE Y LUBRICANTES

Cambiar el combustible y el aceite para todos los componentes por otro de un tipo de baja viscosidad.

Para detalles relacionados con los valores de viscosidad especificados, ver la TABLA DE COMBUSTIBLES, REFRIGERANTES Y LUBRICANTES.

## REFRIGERANTE

Después de limpiar el interior del sistema de refrigeración, agregue anticongelante al refrigerador con la finalidad de evitar que éste se congele cuando no se utilice la máquina.

- ★ Para detalles relacionados con la proporción de la mezcla de anticongelante en el refrigerante, vea la sección QUANDO SEA NECESARIO.

## Cuidados en el uso de anticongelante

Utilice un Anticongelante Permanente (glicol de etileno mezclado con inhibidor de corrosión, agente anti-espumante, etc.), que cumpla con los requisitos estándar como se muestra abajo. Con anticongelante permanente, no se requiere de cambio de fluido refrigerante por un año. Si es dudoso que un anticongelante disponible cumpla con los requisitos estándar, solicite información al suministrador del anticongelante.

Requisitos estándar para anticongelante permanente

- SAE ..... J1034
- NORMA FEDERAL ..... O-A-548D

- ★ Nunca utilice anticongelantes a base de metanol, etanol o propanol.
- ★ En caso de no disponer de anticongelante tipo permanente, puede utilizarse uno a base de glicol etilénico sin anticorrosivo sólo durante la época fría. Para esto, limpie el sistema de refrigeración dos veces por año (al comienzo y al final de la época fría). Utilice anticongelante sólo al comienzo de la época fría. No agregue anticongelante al llenar el sistema al finalizar la época fría.
- ★ Evite en absoluto el uso de cualquier agente preventivo de fuga de agua sin tener en cuenta de si se utiliza independientemente o mezclado con un anticongelante.
- ★ No mezcle un anticongelante con otro de marca diferente.

## BATERIA

A bajas temperaturas, la fuerza electromotriz se reduce y el electrolito puede congelarse cuando la carga está insuficiente. Por ello, al terminar el trabajo diario y cuando se para el motor, la relación de carga debe mantenerse al valor de 100 por ciento.

- ★ Mida la densidad relativa del fluido y obtenga la relación de carga de la siguiente tabla de conversión:

Temper del fluido Proporcion de carga	20°C	0°C	-10°C	-20°C	-30°C
100%	1,28	1,29	1,30	1,31	1,32
90%	1,26	1,27	1,28	1,29	1,30
80%	1,24	1,25	1,26	1,27	1,28
75%	1,23	1,24	1,25	1,26	1,27

- ★ Cuando el nivel del electrolito es bajo, añadan agua destilada por la mañana antes de ampezar el trabajo en lugar de hacerlo al terminar la jornada. Esto es para evitar que el fluido se congele por la noche.

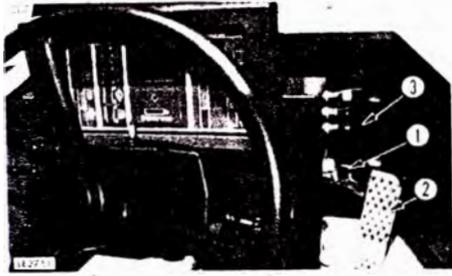
**⚠ Hay peligro de explosión debido a la generación de gas. Mantenga la llama alejada de la batería y evite operaciones que puedan generar chispas.**

**⚠ Cuando el electrolito mancha la piel o vestido, lávelo de inmediato con mucha agua limpia.**

**⚠ Tenga cuidado con el fuego pues el anticongelante es inflamable.**

**ARRANQUE EN CLIMA FRIO**

Para la inspección preliminar y posterior al arranque, refiérase a la sección OPERACION DE SU MAQUINA.



1. Gire la llave del interruptor de arranque (1) a ENCENDIDO.



2. El precalentamiento comenzará automáticamente y la lámpara piloto de precalentamiento se encenderá.
3. Deprima el pedal del acelerador (2) hasta la mitad.
4. Cuando se completa el precalentamiento, la lámpara piloto se apaga. Gire la llave del interruptor de arranque (1) a la posición de ARRANQUE para arrancar el motor.



- ★ Cuando arranque, el monitor puede destellar mientras el motor de arranque está girando. Si este destello se detiene después de que el motor arranque, significa que no existe irregularidad.

5. Libere la llave del interruptor de arranque (1) y ésta regresará automáticamente a ENCENDIDO.



- ★ Si el motor no arranca con el procedimiento anteriormente descrito, gire el interruptor del calentador (3) a ENCENDIDO y haga el precalentamiento completo antes de arrancar. La tabla a continuación da una guía de los tiempos de precalentamiento.

Temperatura	Tiempo de precalentamiento
0°C a -5°C	—
-5°C a -10°C	15 seg.
-10°C a -20°C	30 seg.
-20°C a -30°C	45 seg.

**! Nunca use líquidos de asistencia para arranque, ya que pueden causar explosiones.**

- ★ Las especificaciones estándar de la máquina están diseñadas para trabajar en una temperatura ambiente de -20 a 40°C. Al operar la máquina a una temperatura menor de -20°C, se necesita un equipo especial. Haga contacto con su distribuidor Komatsu para mayores detalles.
- ★ Para las máquinas equipadas de secadora de aire como opción, en unas temperaturas en clima frío menor de -10°C, cuando opera la máquina después de haber parado para algunas horas, gire el motor por lo menos 10 minutos después de arrancar antes de la marcha de la máquina.

**OPERACION DE CALENTAMIENTO**

Cuando vaya a poner el motor en marcha bajo tiempo frío, no comience las operaciones inmediatamente. En primer lugar, ejecute lo siguiente:

1. Caliente el motor.  
Normas de referencia del tiempo calentamiento (motor en ralenti)

Temperatura ambiente	- 20°C	- 10°C	0°C o más
Tiempo de calentamiento	15 minutos	10 minutos	5 minutos

- ★ Evite la aceleración súbita del motor antes de haber terminado el calentamiento.
  - ★ Evite hacer funcionar el motor en ralenti durante más de 20 minutos.
2. Calentamiento de los circuitos de los equipos de trabajo.  
Después de terminar la operación de calentamiento del motor, caliente el circuito de los equipos de trabajo.
    - 1) Mueva despacio la palanca de control de la aplanadora a la posición RAISE (elevación) y eleve ligeramente la aplanadora.

- 2) Mueva despacio la palanca de control de la aplanadora a la posición LOWER (bajada) y baje ligeramente la aplanadora.
- 3) Repita la operación arriba varias veces y aumente gradualmente la extensión del movimiento del cilindro de elevación.
- 4) Repita los Pasos 1) a 3) arriba para la palanca de control de la aplanadora, para calentar el circuito de los equipos de trabajo.
  - ★ Haga funcionar el motor con el regulador en la posición 1/3 o inferior.
- 5) Eleve la aplanadora 10 - 30 cm. del suelo, opere la palanca de control de la aplanadora en la posición de cabeceo trasero, libere el circuito durante aproximadamente 5 segundos, y luego haga volver la palanca a la posición neutral y manténgala en dicha posición durante aproximadamente 2 segundos. Repita esta operación para calentar el circuito de los equipos de trabajo.

★ Aumente gradualmente la velocidad del motor desde la velocidad de ralenti.

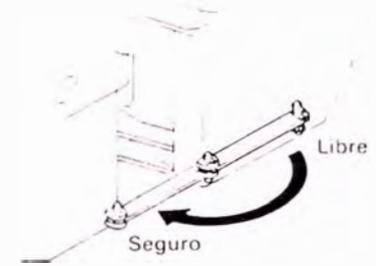
⚠ Si se opera la máquina súbitamente antes de ejecutar la operación de calentamiento, los equipos de trabajo pueden estropearse. La operación de calentamiento es también necesaria desde el punto de la seguridad, y por eso asegúrese de ejecutarla sin falta.

3 Calentamiento del circuito de la dirección.

Mueva el volante de la dirección lentamente hacia la derecha y a la izquierda para calentar el aceite en la válvula de la dirección. (Repita este procedimiento unas 10 veces.)

★ Mueva el volante de la dirección una pequeña distancia y pare para verificar que se para el chasis de acuerdo a la cantidad en la que se ha girado el volante de la dirección.

⚠ Si se hiciera esto cuando la temperatura del aceite todavía está baja, incluso aunque el volante de la dirección se gire y se pare, puede haber un retardo de tiempo antes de que gire el chasis. En estos casos, haga el calentamiento en un lugar abierto. Además, utilice la barra de seguridad para su protección. En este caso, no vuelva a liberar el circuito durante más de 5 segundos.



4. Aceite recomendado para el equipo de trabajo  
Utilice el aceite en el siguiente cuadro de acuerdo a la temperatura ambiente.

	Tipo de aceite	Temperatura ambiente						
		-30	-20	-10	0	10	20	30°C
Aceite hidráulico	Aceite de motor	SAE 10WCD						
		SAE 5W-20CD						

★ Cuando se utiliza el aceite SAE5W-20CD en regiones frías, vuelva a cambiar a SAE10WCD al final de la estación fría.

- 56 -

OPERACION EN CLIMA FRIO

## PRECAUCIONES DESPUES DE TERMINAR EL TRABAJO

1. Se debe remover totalmente el agua y el lodo de la máquina. Estacione la máquina sobre concreto o sobre una superficie dura. Si no es posible, estacione la máquina sobre tablas de madera. Esto evitará que los accesorios se congelen o que la oruga y el tren de rodaje se congelen en el suelo, evitando así, que la máquina se mueva al día siguiente. Se debe tener especial cuidado en las gotas de agua que se recogen en la superficie de las varillas del pistón del cilindro hidráulico. Estas gotas deben limpiarse totalmente, porque si el agua se congela en la varilla del cilindro, al utilizarse éste se pueden dañar los sellos de aceite del cilindro.

2. Drene el agua que se acumula en el sistema del combustible, ya que es posible que se congele durante la noche.

3. Debido a que la capacidad de la batería baja en temperaturas ambientales bajas, cubra la batería o remueva de la máquina para mantenerla caliente durante la noche.

## DESPUES DE TEMPORADA FRIA

Cuando el tiempo se vuelva más cálido, realice lo siguiente sin falta:

- Reemplace los aceites lubricantes para las diferentes unidades con aquellos especificados para uso en tiempo cálido.
- Si por algún motivo no se puede utilizar anticongelante tipo permanente, y se utiliza anticongelante a base de glicol etilénico (en invierno, tipo para épocas frías sólo) o si no se utiliza anticongelante alguno, drene completamente el sistema de refrigeración, limpie el interior del mismo y llénelo con agua limpia.



- 58 -

MANTENIMIENTO PERIODICO

## MANTENIMIENTO PERIODICO

Mediante una lubricación y mantenimiento adecuados se asegura una operación libre de problemas y una vida de servicio mas prolongada para la máquina. El tiempo y el dinero utilizado para el mantenimiento periódico programado será ampliamente compensado por una operación mas prolongada de la máquina y un costo de operación reducido.

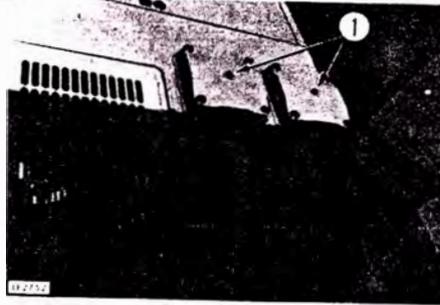
Todas las cifras por hora que se detallan en las descripciones a continuación, están basadas en las lecturas de los horómetros. En la práctica, sin embargo, se recomienda volver a arreglar estas cifras en días, semanas y meses, para que el programa de mantenimiento sea mas conveniente. Bajo condiciones de trabajo muy fuertes o en sitios de trabajo muy fuertes, es necesario acortar un poco los intervalos de mantenimiento aquí enumerados.

## PURGADO DE AIRE DEL CIRCUITO

### PURGA DE AIRE DESDE EL CIRCUITO

- Después de reemplazar el aceite, elemento de filtro o colador, purgue el aire del circuito.
- Para purgar el aire de los cilindros hidráulicos o de la butería hidráulica, mantenga el motor en marcha a ralentí bajo y haga lo siguiente:
  1. Opere cada cilindro hidráulico (de dirección, cucharón y brazo de elevación) 4 a 5 veces, deteniéndose a 100 mm del fin de la carrera.
  2. Luego, opere cada cilindro 3 a 4 veces hasta el fin de su carrera, luego detenga el motor y afloje el tapón de purga de aire (1) del tanque hidráulico para purgar el aire.
  3. Aumente la velocidad del motor, y repita el paso 2 para purgar el aire hasta que dejen de salir burbujas del tapón (1).

- ★ Si el motor se corre a alta velocidad primeramente, o si el cilindro se mueve hasta el final de la carrera, el aire en el cilindro puede averiar el empaque del pistón, etc.
- 4. Después de purgado el aire, apriete el tapón de purga de aire (1).
  - ★ Torsión de apriete del tapón:  
1,15 ± 0,15 kgm



CAMBIO PERIODICO DE PIEZAS DE SEGURIDAD

## CAMBIO PERIODICO DE PIEZAS DE SEGURIDAD

Los usuarios de nuestra máquina deben efectuar mantenimientos periódicos para permitir la seguridad de trabajo y operación. Aquellas piezas, según se indican a la derecha, que están estrechamente vinculadas con la seguridad, deben ser reemplazadas periódicamente para mantener las normas más altas de seguridad.

Estas piezas, con el correr del tiempo, tienen una pronunciada tendencia a deteriorarse y a desgastarse bastante. Además, su condición deficiente es difícil de detectar durante los mantenimientos periódicos. Estas piezas, por lo tanto, deben ser cambiadas por otras nuevas después de un periodo de servicio predeterminado aunque no existan indicios de anormalidad.

Queda sobreentendido que de encontrarse alguna anormalidad, estas piezas deben ser cambiadas o reparadas inclusive antes de que finalice el periodo predeterminado.

El cambio periódico es completamente diferente del cambio debido a los reclamos contra la garantía del fabricante, de manera que deben ser tratados separadamente.

	Piezas de seguridad para sustitución periódica	Intervalo de sustitución	Observaciones
1	Mangueras del freno	Cada 2 años o cada 4000 horas, cualquiera que acontezca en primer lugar	
2	Piezas de goma del grupo de fuerza		Reparar con el equipo de reparación
3	Empaquetaduras, sellos, juntas tóricas del cilindro de dirección		
4	Mangueras de goma del cilindro de dirección		
5	Manguera de combustible		
6	Piezas de goma de la válvula del pedal		Reparar con el equipo de reparación
7	Piezas de goma del cilindro de resorte del freno de estacionamiento		Reparar con el equipo de reparación
8	Piezas de goma del ajustador de flojedad		Reparar con el equipo de reparación
9	Cinturón de seguridad	Cada 3 años	

Ministerio de Transportes y Comunicaciones  
Dirección de Conservación Vial  
Proyecto Caica Quebrada Chahuates

## TABLA DE MANTENIMIENTO

No.	REGLON	SERVICIO	PAGINA
<b>INSPECCION ANTES DE ARANCAR</b>			
a	Inspección visual		31
b	Tablero monitor	Inspección	31
c	Enfriador	Inspección y suministro	32
d	Cárter del motor	Inspección y suministro	32
e	Tanque de combustible	Inspección y suministro	33
f	Electrolito de batería	Inspección de nivel de líquido	34
g	Indicador de polvo	Inspección	34
h	Tanque de aire	Drenar agua y sedimento	35
i	Separador de agua	Inspección	35
j	Freno de estacionamiento	Inspección de función	36
k	Freno de pié	Inspección de función	36
l	Bocina	Inspección de función	36
m	Lámparas	Inspección de función	36

- 62 -

TABLA DE MANTENIMIENTO

No.	REGLON	SERVICIO	PAGINA
n	Gas de escape y color	Inspección	36
o	Instrumento	Inspección de función	36
p	Timón	Inspección de juego	36
q	Zumbador de retroceso	Inspección de función	36
r	Alambrado electrico	Inspección	36
<b>SERVICIO CADA 50 HORAS</b>			
a	Tanque de combustible	Drenar agua y sedimento	70
b	Llantas	Inspección de presión de aire y daños	70
<b>SERVICIO CADA 100 HORAS</b>			
a	Tanque hidráulico	Inspección y suministro	71
b	Lubricación		71
- 1	Pasador pivote, eje trasero	Lubricar 2 puntos	71

No.	REGLON	SERVICIO	PAGINA
<b>SERVICIO CADA 250 HORAS</b>			
(Los items indicados con * se efectúan después de las primeras 250 horas sólo para máquinas nuevas.)			
*	Filtro de combustible	Reemplazar cartucho	72
*	Filtro de aceite de transmisión	Reemplace el elemento	72
*	Espacio libre, válvula del motor	Inspección y ajuste	72
a	Carter del motor y filtro	Cambio de aceite reemplazo de filtro	72
b	Correa del ventilador	Inspección de tensión	74
c	Tuercas, cubo de rueda	Inspección reapretar	75
d	Lubricación		75
- 1	Junta de bolas del cilindro de elevación	Lubricar 2 puntos	75
- 2	Clavija de soporte del centro de la aplanadera	Lubricar 5 puntos	75
- 3	Clavija de cilindro de la dirección	Lubricar 4 puntos	75

No.	REGLON	SERVICIO	PAGINA
<b>SERVICIO CADA 500 HORAS</b>			
a	Filtro de combustible	Reemplace cartucho	76
b	Filtro, aceite transmisión	Reemplace elemento	77
c	Lubricación		78
- 1	Estría del eje impulsor central	Lubricar 1 punto	78
d	Secador de aire	Inspección	78
<b>SERVICIO CADA 1000 HORAS</b>			
a	Caja de transmisión	Cambio de aceite y limpiar el colador	79
b	Respiradoer, caja de transmisión	Limpiar	80
c	Lubricación		81
-1	Pasador de bisagra central	Lubricar 2 puntos	81

No.	REGLON	SERVICIO	PAGINA
<b>(SERVICIO CADA 1000 HORAS)</b>			
-2	Eje impulsor delantero	Lubricar 2 puntos	81
-3	Apoyo central, eje impulsor	Lubricar 1 punto	81
-4	Eje impulsor trasero	Lubricar 2 puntos	81
-5	Eje impulsor central	Lubricar 2 puntos	81
-6	Calibre de freno de estacionamiento	Lubricar 1 punto	81
-7	Varillaje del motor eléctrico para parada del motor	Lubricar 1 punto	82
d	Rotor, turbocargador	Inspección del juego	82
e	Sujetadores, turbocargador	Inspección del juego	83
f	Resistor de corrosión	Reemplazar cartucho	83
<b>SERVICIO CADA 2000 HORAS</b>			
a	Tanque hidráulico y filtro	Reemplazar el elemento	84
b	Respiradero, tanque hidráulico	Reemplazar el elemento	85
c	Eje (delantero y trasero)	Cambio de aceite	86

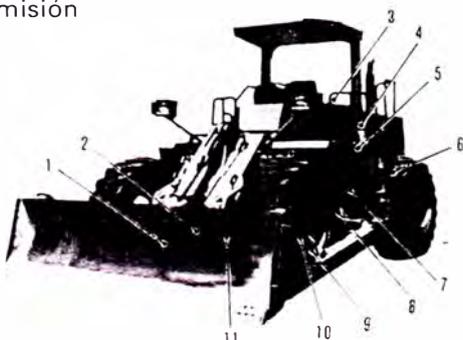
No.	REGLON	SERVICIO	PAGINA
d	Respiradero de motor	Limpiar el elemento	87
e	Turbocargador	Inspección	88
f	Alternador y motor de arranque	Inspección	89
g	Espacio libre, válvula de motor	Inspección y ajuste	89
h	Disco del freno	Inspección	89
i	Parte interior de la secadora de aire	Reemplazar	89
<b>SERVICIO CADA 4000 HORAS</b>			
a	Bomba de agua	Inspección	90
b	Amortiguador de vibración	Inspección	90
c	Compresor de aire	Inspección y ajuste	90
<b>CUANDO SEA NECESARIO</b>			
a	Sistema de enfriamiento	Limpiar	91
b	Depurador de aire	Inspección, limpieza o reemplazo cuando sea necesario	94
c	Transmisión	Inspección y suministro	97
d	Aletas de radiador	Limpiar	98

No.	REGLON	SERVICIO	PAGINA
(CUAND SEA NECESARIO)			
e	Aceite de eje	Inspección y suministro	98
f	Respiradero, caja del eje	Limpiar	99
g	Calentador eléctrico, aire de admisión	Inspección una vez al año	100
h	Hilo y hoja de corte	Sustituir	100
i	Lubricante		101
- 1	Varillaje de válvula de control del equipo do trabajo	Lubricar 4 puntos	101
- 2	Columna direccional	Lubricar 1 punto	102
j	Separador de agua	Drenaje de agua	102

POSICIONES DEL LLENADO DE COMBUSTIBLE Y DE LOS INDICADORES DE NIVEL

## POSICIONES DEL LLENADO DE COMBUSTIBLE Y DE LOS INDICADORES DE NIVEL

- |   |   |  |
|---|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tapón de drenaje del eje delantero</li> <li>2. Tapón indicador de nivel del eje delantero</li> <li>3. Relleno de aceite del tanque hidráulico</li> <li>4. Indicador de nivel del tanque hidráulico</li> <li>5. Tapón de drenaje del tanque hidráulico</li> <li>6. Válvula de drenaje del agua de enfriamiento</li> <li>7. Indicador de nivel y relleno de aceite de la caja transmisora</li> <li>8. Tapón de drenaje de la caja de transmisión</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>9. Tapón de drenaje de la caja de impulsión final delantera</li> <li>10. Tapón de nivel y relleno de aceite de la caja de impulsión final delantera</li> <li>11. Tapón de drenaje del freno del eje delantero</li> <li>12. Entrada de agua de enfriamiento</li> <li>13. Indicador de nivel del cárter</li> <li>14. Relleno de aceite del cárter</li> <li>15. Tapón de nivel y relleno de aceite de la caja de impulsión final trasera</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>16. Tapón de drenaje de la caja de impulsión final trasera</li> <li>17. Válvula de drenaje del tanque de combustible</li> <li>18. Válvula de drenaje del cárter</li> <li>19. Tapón de drenaje del eje trasero</li> <li>20. Tapón de drenaje del freno del eje trasero</li> <li>21. Tapón de nivel del eje trasero</li> <li>22. Relleno de aceite del tanque de combustible</li> </ol> |
|---|---|--|

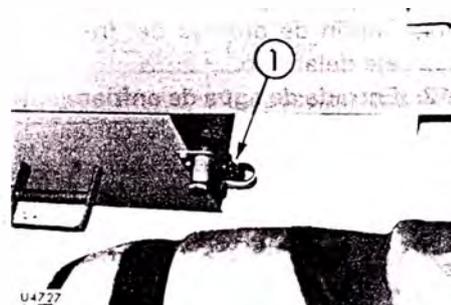


## INSPECCION ANTES DE ARRANCAR

Vea la sección sobre INSPECCION ANTES DE ARRANCAR.

## SERVICIO CADA 50 HORAS

### a. TANQUE DE COMBUSTIBLE



Afloje la válvula (1) en el fondo del tanque, de modo que la precipitación y el agua mezclada sean drenados junto con el combustible.

### b. LLANTAS

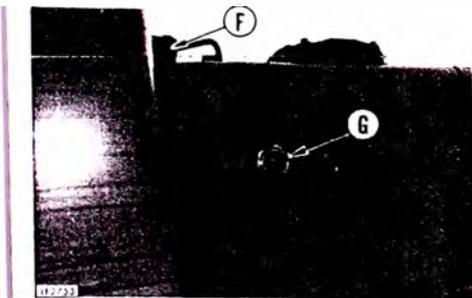
Mida la presión de la llanta antes de iniciar la operación, cuando éstas están frías.  
(Refiérase a MANEJO DE LAS LLANTAS)

- 70 -

SERVICIO CADA 100 HORAS

## SERVICIO CADA 100 HORAS

### a. TANQUE HIDRAULICO



1. Baje la aplanadora sobre el suelo, y pare el motor. Espere 5 minutos, y luego verifique el vidrio indicador de vidrio (G). El nivel deberá estar visible en el indicador de vidrio (G).
2. Añada aceite de motor por el llenado de aceite (F), si es necesario.

★ El mantenimiento para cada 50 horas debe llevarse a cabo al mismo tiempo.

### b. LUBRICACION

Aplique grasa a las boquillas de engrase señaladas por la flecha.

1. Pasador pivote, eje trasero (2 puntos)



★ La clase de lubricante que se usa depende de la temperatura ambiente. Seleccione de acuerdo con la table "COMBUSTIBLE, FLUIDO DE ENFRIAMIENTO DEL MOTOR Y LUBRICANTES".

⚠ Al remover la tapa, gire ésta lentamente para liberar la presión interna.

- 71 -

## SERVICIO CADA 250 HORAS

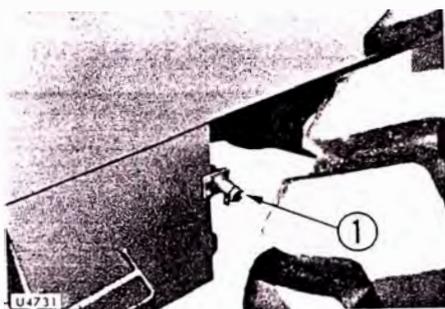
★ El mantenimiento para cada 50 horas debe llevarse a cabo al mismo tiempo.

Efectúe las siguientes actividades de mantenimiento sólo después de las primeras 250 horas.

- FILTRO DE COMBUSTIBLE, BISTOB, REEMPLACE EL CARTUCHO
- CAJA DE TRANSMISION, CAMBIE EL ACEITE
- LUZ DE VALVULAS DEL MOTOR, CHEQUEO Y AJUSTE

Para detalles, vea el método de reemplazo o mantenimiento. Vea la sección sobre SERVICIO CADA 500 HORAS y CADA 2000 HORAS.

### a. CARTER DEL MOTOR Y FILTRO

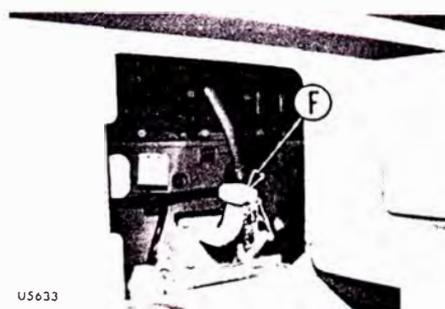
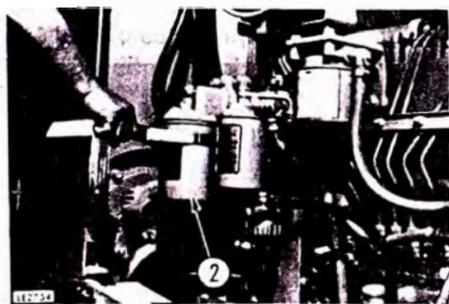


1. Abra el capó del motor y aplique el seguro del capo, del lado del radiador.

2. Abra el llenado de aceite (F) y remueva el tapón de drenaje (1) para drenar el aceite. Después de drenar, apriete el tapón de drenaje.

- 72 -

SERVICIO CADA 250 HORAS



3. Usando una llave de filtro, remueva el cartucho (2) del filtro de aceite del motor, girando éste sinestragiro.
4. Limpiar la base del filtro y llenar un nuevo cartucho de filtro con aceite de motor. Luego, colocar aceite de motor o una capa delgada de grasa al sello.
- ★ Cuando se hace esta instalación, apriete hasta que la superficie de la empaquetadura entre en contacto con la superficie del sello en la base del filtro y atornille hasta 3/4 o 1 giro completo.

5. Después de reemplazar el cartucho, vierta la cantidad específica de aceite de motor por el llenado (F).
6. Después de verter el aceite, corra el motor por varios minutos, verificando nuevamente el nivel del aceite.
7. Cierre la cubierta lateral de motor.
- ★ Capacidad de relleno: 22ℓ

- ★ La clase de lubricante usado depende de la temperatura ambiente. Seleccione de acuerdo con la tabla "COMBUSTIBLE, FLUIDO DE ENFRÍAMIENTO DEL MOTOR Y LUBRICANTES".
- ★ Confirme el uso de cartuchos genuinos de Komatsu.
- ★ Reemplace una vez cada 6 meses, cualquiera que sea el número de horas de operación.
- ★ Se el cartucho del filtro (2) se remueve de inmediato, después de apagar el motor, el aceite se derramará. Debe esperar por lo menos 10 minutos, después de apagar el motor, antes de reemplazar el cartucho del filtro.
- ★ Utilizar aceite categoría API clase CD. Si se debe utilizar aceite clase CC, cambiar el aceite y el filtro de aceite empleando la mitad del intervalo corriente.

- 73 -