

**IMPLEMENTACIÓN DE TPM PARA MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA  
PESADA**

**Realizado por:**

Alexander Higuera Durán

Osman Alonso Muriel

Víctor Hugo Parra Posada

**Institución Universitaria Tecnológico Pascual Bravo**

**Facultad de Ingeniería**

**Tecnología en Mecánica Automotriz**

**MEDELLIN**

**2012**

# **IMPLEMENTACIÓN DE TPM PARA MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA**

**Realizado por:**

Alexander Higuera Durán

Osman Alonso Muriel

Víctor Hugo Parra Posada

Trabajo de grado para optar al título de Tecnólogo en Mecánica Automotriz.

Jaure Puerta Valencia, Asesor de proyecto

**Institución Universitaria Tecnológico Pascual Bravo**

**Facultad de Ingeniería**

**Tecnología en Mecánica Automotriz**

**MEDELLIN**

**2012**

## CONTENIDO

1. Introducción .....	4
2. Formulación de la problemática .....	5
3. Justificación .....	6
4. Objetivos .....	7
4.1 Objetivo general .....	7
4.2 Objetivo específico .....	7
5. Marco de referencia .....	8
6. Referentes teóricos .....	10
7. Metodología .....	30
8. Conclusiones .....	38
9. Recomendaciones .....	39
Bibliografía .....	40

Anexos .....41

## 1. INTRODUCCIÓN

En el proyecto que se describirá a continuación se dará a conocer un estándar de lubricación y mantenimiento basado en las especificaciones del manual de operación y en las condiciones de trabajo en las que se encuentre la maquina, para el ajuste, lubricación, verificación y limpieza de dicho equipo, en él se pretende estandarizar la maquinaria para su operación y mantenimiento con un control operativo y técnico. Se hará para una empresa el sector de explotación minero de Colombia que nos servirá como modelo para la aplicación de nuestro proyecto, esta empresa se dedica a la explotación de materia prima para su filial grupo corona y otras empresas del grupo de la construcción, basados en el mantenimiento productivo total, que es un proceso utilizado para determinar qué se debe hacer para asegurar que cualquier activo físico continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que haga en su contexto operacional actual.

## 2. FORMULACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

Reducir las visitas del personal calificado para la ejecución de mantenimiento y revisiones rápidas en la maquinaria, ya que con la guía los operarios pueden realizarla y así reducir costos y eficiencia de estas operaciones, ¿qué mecanismos implementar para la ejecución del mantenimiento por parte del operador?

### 3. JUSTIFICACIÓN

Este proyecto sirve para facilitar el trabajo a los operadores encargados y personal técnico, ya que estas maquinas están ubicadas en lugares apartados y es importante en la búsqueda del mayor rendimiento en los realización del mantenimiento a los equipos. Esto lleva un mayor entendimiento general del activo en su contexto operacional, junto con un sentido de pertenencia más amplio de los problemas de mantenimiento y sus soluciones. También aumenta la probabilidad de que las soluciones perduren.

En los equipos evita paros innecesarios y averías por que se va a contar con procesos estandarizados para prevención y vida útil de la maquinaria, y esto es importante para evitar el desplazamiento de personal técnico para realizar estas operaciones. De esta manera se asegura que sólo se elegirán las formas de mantenimiento más efectivas para cada activo físico, y que se tomarán las medidas necesarias en los casos que el mantenimiento no pueda ayudar. Este esfuerzo de ajustar y focalizar el mantenimiento lleva a grandes mejoras en el desempeño de los activos físicos existentes donde se las requiere. TPM continuamente focaliza su atención en las actividades de mantenimiento que tienen mayor efecto en el desempeño de la planta. Esto ayuda a asegurar que todo lo que se gasta para mantenimiento se invierta en las áreas en las que pueda tener los mejores resultados.

## 4. OBJETIVOS

Mejorar la eficiencia del proceso de inspección, mantenimiento y limpieza por medio de un estándar.

Asegurar el correcto seguimiento e inspección al equipo.

Verificar el correcto funcionamiento de la maquina o del equipo.

Realizar una adecuada labor preventiva de mantenimiento.

Lograr que los intervalos de servicio y mantenimiento se controlen medidos en tiempo.

### 4.1. OBJETIVO GENERAL

Implementar la metodología TPM en Colombia con la maquinaria pesada para el sector de explotación minero.

### 4.2 OBJETIVO ESPECIFICO

Implementar la metodología TPM a la maquina buldócer Caterpillar D6D.



## 5. MARCO DE REFERENCIA

### MARCO CONCEPTUAL

<b>CATEGORIA</b>	<b>CONCEPTO</b>	<b>SUBCATEGORIA</b>
<b>Empresa</b>	Establecimiento que agrupa varias secciones con un direccionamiento de las tareas ordenadamente	Diversidad, desempeño
<b>Bienestar</b>	El que se obtiene contando con la oferta y la demanda del servicio prestado	Salud, paz
<b>Explotación</b>	Utilizar estratégicamente y totalmente todo lo que se posee material y mentalmente para un buen desempeño	Utilidad, posibilidad
<b>Estandarizar</b>	Las pautas que se tienen para con ayuda de los empleados lograr el objetivo	Causas, razones
<b>Calidad</b>	Es la manifestación de lo que se lleva a cabo bien hecho	Sostenibilidad, confianza
<b>Mercado</b>	Regulación y otorgamiento de las comodidades requeridas en distintos momentos	Cambio, recursos
<b>Entorno</b>	Es lo que nos rodea y nos hace ver y sentir cómodos en un lugar creado a la medida	Espacio, liberación
<b>Necesidades</b>	Son las que se crean según los hábitos de las personas y son independientes de cada uno	Oportunidad, costumbres

---

<b>Objetivo</b>	Es lo que hay que alcanzar a lo largo de una trayectoria propuesta por la empresa	Establecido, conformado
<b>Eficiencia</b>	Es desempeñar las tareas asignadas con prontitud y eficacia	Realiza, expande
<b>Mantenimiento</b>	Es lograr mantener el equilibrio y la disposición de los equipos en todo momento	Renovación, consecuencia

---

## 6. REFERENTES TEÓRICOS

### **TPM: Total Productive Maintenance**

El TPM (Mantenimiento Productivo Total) surgió en Japón gracias a los esfuerzos del Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) como un sistema destinado a lograr la eliminación de las seis grandes pérdidas de los equipos, a los efectos de poder hacer factible la producción “Just in Time”, la cual tiene como objetivos primordiales la eliminación sistemática de desperdicios.

Para llegar al Mantenimiento Productivo Total hubo que pasar por tres fases previas. Siendo la primera de ellas el Mantenimiento de Reparaciones (o Reactivo), el cual se basa exclusivamente en la reparación de averías. Solamente se procedía a labores de mantenimiento ante la detección de una falla o avería y, una vez ejecutada la reparación, todo se quedaba allí. Con posterioridad y como segunda fase de desarrollo se dio lugar a lo que se denominó el Mantenimiento Preventivo. Con ésta metodología de trabajo se busca por sobre todas las cosas la mayor rentabilidad económica en base a la máxima producción, estableciéndose para ello funciones de mantenimiento orientadas a detectar y/o prevenir posibles fallos antes que tuvieran lugar. En los años sesenta tuvo lugar la aparición del Mantenimiento Productivo, lo cual constituye la tercera fase de desarrollo antes de llegar al TPM. El Mantenimiento Productivo incluye los principios del Mantenimiento Preventivo, pero le agrega un plan de mantenimiento para toda la vida útil del equipo, más labores e índices destinados a mejorar la fiabilidad y sostenibilidad. Finalmente llegamos al TPM el cual comienza a implementarse en Japón durante los años sesenta. El mismo incorpora una serie de nuevos conceptos a los desarrollados a los métodos previos, entre los cuales cabe destacar el Mantenimiento Autónomo, el cual es ejecutado por los propios operarios de producción, la participación activa de todos los empleados, desde los altos cargos hasta los operarios de planta.

El Mantenimiento Productivo Total ha recogido también los conceptos relacionados con el Mantenimiento Basado en el Tiempo (MBT) y el Mantenimiento Basado en las Condiciones (MBC). El MBT trata de planificar las actividades de mantenimiento del equipo de forma periódica, sustituyendo en el momento adecuado las partes que se prevean de dichos equipos, para garantizar su buen funcionamiento. En tanto que el MBC trata de planificar el control a ejercer sobre el equipo y sus partes, a fin de asegurarse de que reúnan las condiciones necesarias para una operativa correcta y puedan prevenirse posibles averías o anomalías de cualquier tipo. El TPM constituye un nuevo concepto en materia de mantenimiento, basado este en los siguientes ocho principios fundamentales: mejoras enfocadas o Kobetsu Kaizen: son actividades que se desarrollan con la intervención de las diferentes áreas comprometidas en el proceso productivo cuyo objetivo es maximizar la efectividad global de los equipos, procesos y plantas. Estas actividades emplean metodología específica y centran su atención en la eliminación de cualquiera de las 6 pérdidas existentes.

Mantenimiento Autónomo o Jishu Hozen: es uno de los principales responsables del aumento de la productividad. Su propósito es involucrar al operario en el cuidado del equipo que maneja a través de un alto grado de formación y preparación profesional para que controle las condiciones de operación y conserve el área de trabajo libre de contaminación, suciedad y desorden.

Mantenimiento planificado: el objetivo del mantenimiento planificado es eliminar los problemas del equipo a través de acciones de mejora, prevención y predicción. Para planificar las actividades de mantenimiento es necesario tener bases de datos ordenadas, aumentar la formación basándose en esos datos, facilitar herramientas de trabajo que permitan realizar la programación de recursos, utilizar tecnologías de mantenimiento y motivar y coordinar al equipo humano encargado de estas actividades.

Mantenimiento de Calidad o Hinshitsu Hozen: esta clase de mantenimiento tiene como propósito mejorar la calidad del producto reduciendo la variabilidad, mediante el control de las condiciones de los componentes y condiciones del equipo. El mantenimiento de calidad es un mantenimiento preventivo orientado al cuidado de las características del producto resultante.

Mantenimiento en áreas administrativas: esta clase de actividades no involucran al equipo productivo. Departamentos como planificación, desarrollo y administración no producen un valor directo como producción, pero facilitan y ofrecen el apoyo necesario para que el proceso productivo funcione eficientemente, con los menores costes y con la más alta calidad. El apoyo ofrecido se basa en la correcta gestión de la información.

Seguridad, Salud y Medio ambiente: El objetivo de este pilar es crear y mantener un sistema que garantice un entorno laboral sin accidentes ni contaminación y al mismo tiempo cuidadoso con el medio ambiente. Esta clase de actividades busca que el entorno de trabajo sea confortable y seguro.

Control inicial: Engloba el conjunto de actividades de mejora que se realizan durante la fase de diseño, construcción y puesta a punto de los equipos para reducir los costes de mantenimiento durante su explotación. Para desarrollarlo correctamente es necesario elaborar bases de datos sobre reparaciones y averías ya que esta se fundamenta en la teoría de la fiabilidad.

Entrenamiento y educación: Las habilidades de operación tienen que ver con la forma correcta de interpretar y actuar de acuerdo a las condiciones establecidas para el buen funcionamiento de los procesos. Las habilidades se obtienen con la experiencia, pero las empresas pueden acelerar el proceso mediante entrenamiento. Se tendrán trabajadores con habilidades operativas cuando sepan interpretar correctamente las condiciones de funcionamiento del equipo y que ante situaciones de posible avería sepan como actuar para minimizar las consecuencias hasta que el departamento de mantenimiento pueda actuar. *Ibíd.*, Guías para el mejoramiento planeado p. 1- 50.

**METAS:**

EL TPM busca...

El concepto del “cero perdidas”

- Cero accidentes
- Cero averías o paros
- Cero Defectos /rechazos
- Cero ajustes
- Cero contaminaciones
- Cero paros menores
- Cero reclamos de los clientes

¿PARA QUE EL TPM EN UNA EMPRESA?

Para mejora el desempeño del negocio con el mejoramiento continuo y progresivo de su efectividad

Por qué el TPM ahora...

Reduce costo mediante la búsqueda extrema de la eficiencia máxima del equilibrio de producción, estableciendo condiciones anti defectos y controlando las condiciones para anticiparlos. Hoy en día las compañías compiten globalmente

## Lo que algunas empresas lograron

### Productividad

Incrementos del 38%

Reducciones de tiempos de paros en un 65%

### Entregas

mejora en un 52%

100% entregas a tiempo de manera consistente

### Calidad

Reducción de defectos en 66%

Ahorro de más de \$6M en roturas

Reducción de reclamos a “cero”

### Seguridad

5 millones de horas sin accidentes ni pérdidas de tiempo

Reducción de incidente en un 77%

### Costos

Reducción del 50%

Reducción costos de mantenimiento En 47%

### Motivación

Incremento en kaizen en un 640%

Kaizen: ideas de mejoramiento realizadas

## 7 pasos de mantenimiento autónomo

Las actividades de mantenimiento autónomo están diseñadas para restaurar el equipo a sus conducciones originales.

### Paso 1 limpieza inicial

Paso 2: eliminación de fuentes de contaminación y áreas de difícil acceso

Paso 3: estándar de limpieza lubricación e inspección

Paso 4 inspección general

Paso 5 inspección autónoma

Paso 6 Estandarización

Paso 7 implementación completa

¿Qué es mantenimiento autónomo?

- Actividades basadas en la línea de producción
- Conducida por los operadores
- Da reconocimiento al operador
- Es una actividad de equipo
- Fundamento TPM
- ¡Es parte del trabajo!

¿Qué es mantenimiento planeado?

Decidir ¿Qué partes y lugares de que equipo deben recibir que tipo de mantenimiento? Y su implementación planeada



Que equipo

Clasificación en orden de importancia al equipo

(AA, A B, C)

Que partes y lugares

Especificar lugares y partes del equipo que causan fallas y defectos de calidad.  
(FMEA y análisis PM), implementar 7 pasos de mantenimiento planeado

Tipo de Mantenimiento

Mantenimiento preventivo (MP) TBM o CBM

Mantenimiento de averías

Relación entre operadores y mantenimiento

Ejemplos:

Técnicos, mantenimiento, Operadores y equipo.

Doctor, padres, bebe.

¿De quien es la responsabilidad?

La raíz de la palabra Mantenimiento es que **MANTENER** es un compromiso de

¡**TODOS!**

Actividad anterior

Actitud TPM

“yo opero, tu lo arreglas  
responsables de

“todos nosotros somos

“yo lo reparo”

Nuestros equipos”

“yo diseño. Tu administras”

“yo administro, tu”

## ESTRUCTURAS TPM

Manufactura. Administración  
Mantenimiento Autónomo

Mantenimiento planeado

Ensamble. Movimientos. Preparación.

Actividades para fortalecer la tecnología y habilidades de mantenimiento

Actividades para mejorar la confiabilidad y facilidad de mantenimiento

Maximizar eficiencia de maquinas

Establecimiento del programa de mantenimiento, definición y procuración de las condiciones optimas del equipamiento y de los procesos a bajo costos.

Mantenimiento planeado: Realización de mantenimiento mediante el siguiente método.

Mantenimiento preventivo MP: Control equipo. Reparar antes de que se descomponga.

Mantenimiento periódico MBT: Realizar reparaciones y remplazo de acuerdo a ciclos establecidos adecuadamente.

Mantenimiento predictivo MBC: Inspeccionar las condiciones del equipo utilizando herramientas de diagnóstico y medición.

Inspección general RI: El equipo regularmente se desensambla o se inspecciona.

Mantenimiento por averías: Reparar una vez que se haya averiado el equipo

Mantenimiento correctivo: Mejorar el equipo desde el punto de vista de confiabilidad, facilidad de mantenimiento y costo.

Prevención del mantenimiento: Retroalimentar el nuevo equipo para evitar los mismos problemas

## Enfoque de 4 fases para CERO averías

Fase1: Reducir la variación de la frecuencia de las averías

Fase2: Se debería extender y mejorar el Ciclo de vida útil TBF)

Fase 3: Establecer el mantenimiento basado en tiempo.

Fase 4: Predicción de la falla.

## La conexión con mantenimiento

- 1) Limpieza de inspección identificación de anomalías: Analizar estado actual
- 2) Eliminar áreas de "difícil acceso y mantenimiento: Restaurar y mejorar el deterioro.
- 3) Estándares tentativos de mantenimiento: Desarrollar estándares tentativos de
- 4) Inspección general: Revisión general de funciones de calidad.

5) Inspección Autónoma: Hacer que las revisiones de mantenimiento sean más eficientes.

6) Estandarización: Implementar mantenimiento basado en condiciones.

7) Implementación completa: Desarrollo horizontal

¿Que es una tarjeta F”?

- “EFU” es la palabra en japonés para tarjetas
- Lo que buscamos es Fuguai
- Fuguai es la palabra en japonés para fallas o anomalías
- Las tarjetas F identifican fallas que deben ser eliminadas

La tarjeta EFU

La tarjeta EFU debe ser adherida a los lugares donde se observa:

- Polvo, tierra, corrosión
- Adherencia de materias primas
- Deformación, daños superficiales

- Fisuras, sobrecalentamiento
- Vibración, ruidos....
- Debe tener escrito la evidencia o el fenómeno
- NO DEBE TENER SOLUCIONES

### Las cinco principales Causas de las Averías



### Averías por Deterioro Forzado

Causas	Contramedidas	Detalles
Debido al deterioro forzado	Establecer condiciones básicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza y eliminación del origen de la contaminación</li> <li>• Apretar y prevenir la pérdida de tornillos</li> <li>• Lubricación</li> <li>• Estandarizar la limpieza y lubricación</li> </ul>

### Averías por sobrecarga

Causas	Contramedidas	Detalles
Sobre carga	Mantener las condiciones de operación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer las condiciones de operación del equipo</li> <li>• Reglamentar las condiciones de operación del equipo</li> </ul>

### Averías por Deterioro Natural

Causas	Contramedidas	detalles
Debido al deterioro natural	Restaurar el deterioro Natural	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Detectar el deterioro Natural</li> <li>• Estandarizar las inspecciones, los métodos y los criterios</li> <li>• Desarrollar el control visual</li> <li>• Aprender a utilizar los sentidos para detectar las señales anormales de la maquina</li> <li>• Restaurar la maquina periódicamente</li> <li>• Estandarizar la operación de reparación</li> <li>• Desarrollar el sistema de mantenimiento con base en el tiempo</li> </ul>

### Punto Débil del Diseño

Causas	Contramedidas	Detalle
Debido al diseño de componentes con puntos débiles	Mejorar el diseño de las partes del equipo, que representan una debilidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modificar la función y la estructura de la maquina</li> <li>• Cambiar los materiales de las partes</li> </ul>

### Averías por Error Humano

Causas	Contramedidas	Detalle
Error Humano Falta de destreza	Capacitación y Educación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fijar estándares de operación/Dispositivos prueba y error</li> <li>• Aumentar las destrezas de operación y mantenimiento</li> </ul>



Herramienta de trabajo en TPM

Análisis de fallas en aparato

Lecciones de un punto LUPS

¿Análisis de 5 porque? ¿Porque?

Análisis de 5W y 14 H

Análisis de ciclos CAPDO

¿Que es una Lección de un Punto?

- Una herramienta de capacitación para compartir información
- La lección la elabora algún miembro del equipo, usando elementos visuales.

(Dibujo, fotos, etc...)

- Cubre un aspecto de algún tema (equipo, seguridad, proceso, labor)

PASOS PARA LA REALIZACION

Una idea, tema, punto de enseñanza

Dibujar, documentar registrar la idea

Obtener aprobación

Supervisión

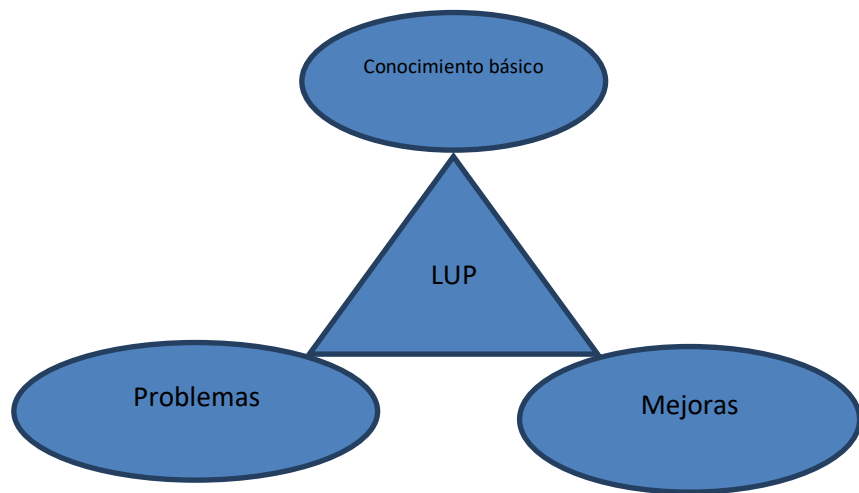
Equipo

Mantenimiento

Enseñar a los compañeros

Presentar LUPs al resto de equipo

Las LUPS pueden ser utilizadas en todos los lugares.



## Análisis porque 5 -- ¿por qué?

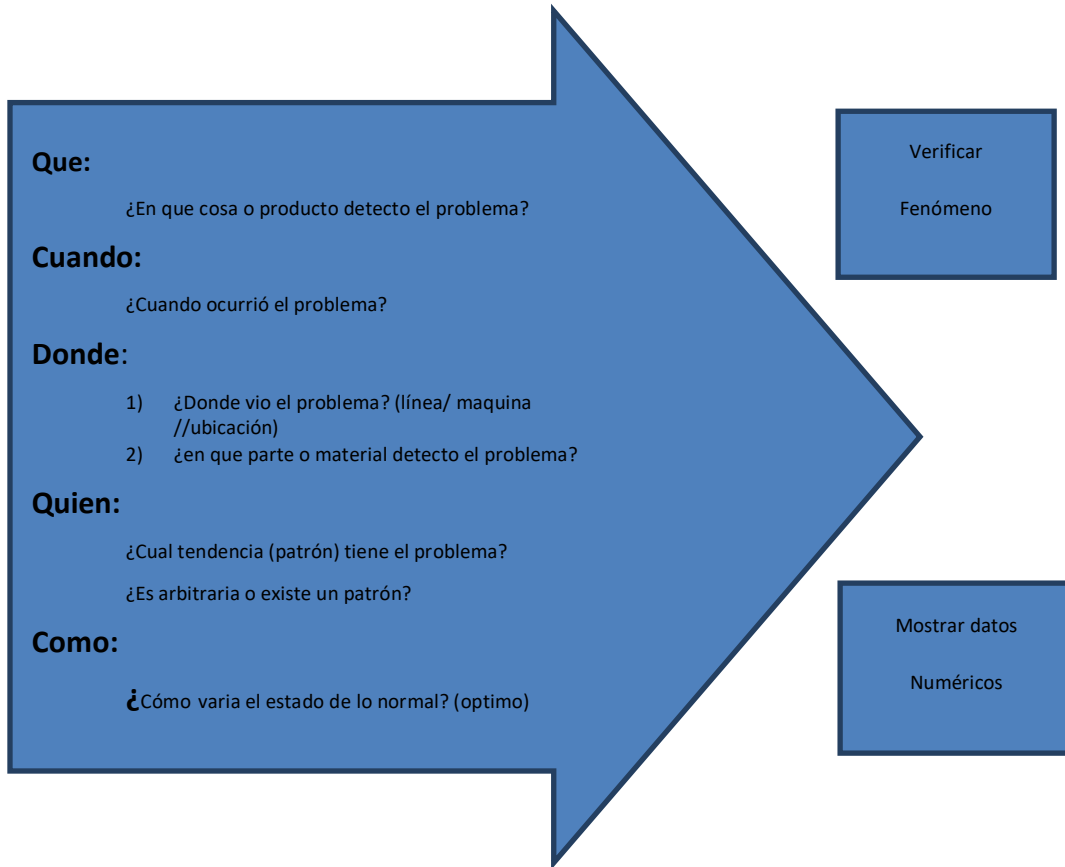
Observación detallada para identificar las causas de raíz de los problemas, así como para considerar las acciones necesarias para prevenir la recurrencia del mismo.

También se le reconoce como “Los 5 por qué”.

¿Como se utiliza el por qué – por qué?

- 1) Declara y comprende el problema
- 2) Identifica los fenómenos usados 5w 1H
- 3) Analiza usando el ¿por qué – por qué?
- 4) Monitorea y mide los resultados

## ¿Como utilizar el 5W y 1 H?



Ibíd. Colaboradores de Bibliomaster. Disponible en internet  
<<http://www.bibliomaster.com/pdf/198.pdf>>

## 7. METODOLOGIA

Se hacen las primeras investigaciones sobre el TPM en plantas y como es su dinámica en cuanto a rendimiento, productividad, seguridad y desempeño tanto con los equipo como la asimilación de los operadores de maquina y sus procesos. De estos resultados se saco el asocio entre planillas de control y aplicación de conceptos para maquinaria pesada móvil. Ya teniendo estos parámetros se decide hacer los formatos y estándares (algunos casos modificados). Después de esto se investiga en RCM y como fue el principio de su aplicación en empresas de aviación y que por ende son podemos fundamentar con este tipo de mantenimiento a otros procesos estacionarios o de equipamiento móvil. De aquí se rescata como muy útil los controles para el monitor de componentes internos el cual es posible con un seguimiento por muestreo atómico de aceite a determinadas horas o tiempo de funcionamiento; el cual nos lleva a predecir posibles fallas en equipos antes de que estos sufran algún tipo de averías y corregir con costos muy bajos de reparación (todos los tipos de eventualidades). En asocio con estos dos tipos de mantenimientos escogemos un equipo de características como lo es un buldócer D6D serie 9FK que presta servicio para una empresa del sector minero y la cual por otro método de mantenimiento se va ha someter a una estandarización y seguimiento paso a paso para llevarlo a un mantenimiento basado en deterioro natural y donde se garantiza ante todo la seguridad de un proceso colectivo y personal. Donde en quien desarrolla en gran parte este proceso son técnicos y operadores de este equipo. Los anexos que se implantaran serán los siguientes:

Ficha técnica del buldócer D6D serie 9FK, ordenes de trabajo, fichas para hojas de vida y observaciones, carta de lubricación y servicio, estándar para mantenimiento autónomo, estándar para mantenimiento planeado, controladores visuales de riesgos y peligros, seguimiento a las planillas anteriores, seguimiento de muestreo atómico de aceite, planillas para cumplimiento de horas de componentes.

Una vez levantada toda esta documentación quedaría lista para ser montada en un software y poder brindar un mejor seguimiento de este equipo piloto, para luego involucrar el resto de maquinas. La muestra para este trabajo se ha sacado de manuales para de servicio y mantenimiento del buldócer D6D serie 9FK, también lo encontrado en internet de manuales de mejoramiento de plantas del (IJMP) Japan Institute of Plant Maintenance y los anexos de mantenimiento de maquinaria pesada por sistema de gestión integral de una empresa minera.

Desarrollo: revisiones y mantenimiento periódicos

Diario o cada turno: revise fusibles del sistema eléctrico.

Revise filtros de admisión de aire de motor.

Revise estado de las correas del ventilador.

Revise cuchillas, cantoneras y puntas de ripper.

Limpie y lave panel del radiador y verificar nivel del refrigerante.

Verifique todos los niveles de aceite de los componentes de la maquina.

Inspeccione la maquina en general (Tornillería, fugas, posibles grietas, etc.).

Drene el agua y los sedimentos del tanque de combustible y del filtro separador.

Inspeccione el correcto funcionamiento de los medidores e indicadores.

Inspeccione el tren de rodamientos: Empate de cadenas, segmentos de sprocket, ruedas guías.

Cada 50 horas: verifique estado de las baterías (Nivel de líquido, estado de bornes, densidad del acido)

Lubrique los pasadores y bujes de las barras y del cilindro del ripper.

Inspeccione el estado de los carriles, que no existan fugas, desajustes o tornillos flojos.

Lubrique los bujes que sostienen los bastidores de rodillo (casquetes, de la muñeca del bastidor, revisando el estado de la viga estabilizadora y de los cauchos que la soportan.

Inspeccione pasadores de la cadena, tornillos de las zapatas y si la cadena esta lubricada, revisado posibles fugas de aceite o aumento de temperatura.

Lubrique el varillaje del control hidráulico, revisado su estado.

Cada 250 horas: cambie aceite y filtro de admisión de aire de motor. Tome muestra de aceite.

Lubrique la polea del ventilador.

Cambie el filtro de aceite de la servo transmisión.

Revise y ajuste la tensión de las cadenas, revisando el estado de las zapatas.

Lubrique los brazos roscados de ajuste de inclinación y angulación de la cuchilla.

Revise el nivel de aceite del sistema hidráulico y de la servo transmisión.

Cheque y ajuste de ser necesaria la tensión de las correas del alternador y del ventilador.

Verifique el nivel de aceite de los mandos finales y observe partículas en el tapón imantado.

Cada 500 horas: cambie el filtro del combustible.

Limpie el respirador del cárter del motor.

Cambie el filtro de aceite del sistema hidráulico.

Inspeccione cauchos que soportan la viga estabilizadora.

Revise posibles fugas por las tapas laterales de los mandos finales.

Revise el estado de funcionamiento de los pedales y de las palancas de los controles.

Revise toda la estructura de la maquina para ver que no existan grietas, principalmente en el chasis en la U que soporta la cuchilla en los bastidores.

Limpiar tapa y rejilla de llenado del tanque de combustible, cerciórese que la rejilla no este rota y lubrique la tapa con aceite de motor.

Cada 1000 horas: lubrique las graseras de las crucetas del cardán verificando su estado.

Revise y ajuste la tornillería de la estructura y de las guardas de protección.

Cambie aceite y filtro de la servo transmisión, limpie la malla del tanque y revise los imanes.

Tome muestras de aceite hidráulico, servo transmisión y mandos finales.

Cada 2000 horas: cambie el aceite del sistema hidráulico y el filtro.

Cambie el refrigerante del motor y adicione el aditivo Caterpillar para radiador.

Cambie el aceite de los mandos finales e inspeccione por partículas visibles.

Cambie el filtro de aire secundario o antes si es necesario.

Cambie el separador de agua si es necesario (en los tractores que lo tienen).

## **PROCEDIMIENTO OPERATIVO**

La metodología del Mantenimiento Planeado y No Planeado, en la Maquinaria pesada de la empresa Minera se hace para que se garantice el correcto funcionamiento de toda la maquinaria de Minería que tiene influencia directa sobre la calidad de los materiales y sobre el desempeño ambiental de las minas y



que sea susceptible de ser mantenida en los procesos de extracción, trituración, homogenización, cargue y recuperación del terreno.

Mantenimiento no Planeado: Comprende las operaciones realizadas a una maquina cuando se presentan fallas no previstas en alguno de sus componentes.

Mantenimiento planeado: Existen principalmente dos tipos:

Mantenimiento Preventivo: Es el que se realiza en forma rutinaria o periódica a las maquinas, en el cual se lleva control de la vida útil de los componentes de la máquina y de los insumos respectivos para remplazarlos cuando hayan cumplido su ciclo de vida.

Mantenimiento predictivo: Es el que se realiza a las máquinas basadas en la evaluación de indicadores que evalúan las condiciones de desgaste de los componentes que los componen.

Periodicidad del mantenimiento: Son los lapsos de tiempo entre los mantenimientos realizado a un mismo componente o máquina.

Horómetro: Es un medidor de tiempo que se utiliza para conocer con certeza cuánto tiempo ha trabajado realmente la máquina. Basándose en él, se toman decisiones sobre el mantenimiento a componentes del equipo.

Impacto ambiental: Cualquier cambio en el medio ambiente que sea adverso o benéfico, total o parcial, originado como resultado de las actividades, productos o servicios de una organización.

Equipos críticos: Se denominan equipos críticos aquellas máquinas que tienen una incidencia sobre la calidad del producto final.

## DESARROLLO:

Evaluaciones en mantenimiento preventivo: Teniendo en cuenta estas evaluaciones, el Superintendente de Mantenimiento elabora el programa de mantenimiento y acuerda con el jefe de Producción de Minería la fecha para realizar las tareas de mantenimiento asignadas en el programa. El principal responsable del manejo de los informes de las evaluaciones es el Superintendente de Mantenimiento.

Frecuencias de Mantenimiento Preventivo: Están dadas por el fabricante de la máquina en los Manuales de Mantenimiento que se encuentran ubicados en la oficina de los Superintendentes de Mantenimiento de Minería y complementado por la información histórica. De estos manuales se han extractado las Instrucciones operativas “Lubricación y Servicios” para cada máquina y equipo.

La ejecución de las Instrucciones Operativas es responsabilidad de los mecánicos y en algunas labores de mantenimiento de los operadores de las máquinas, bajo dirección del Superintendente de Mantenimiento.

Equipos críticos: La autoridad y la responsabilidad de seleccionar las máquinas críticas está a cargo de los Superintendentes de Mantenimiento y del jefe de Producción de Minería. El proceso de selección comienza con el análisis de la criticidad de la máquina con base en los siguientes parámetros:

La influencia que tenga el normal funcionamiento de la máquina en la calidad de los materiales de mina. Es decir, se considera como equipo crítico aquel que por fallas o desajustes afecte la calidad.

La influencia que tenga el equipo o máquina sobre el medio ambiente. Es decir, se considera equipo crítico, aquel que por fallas o desajustes altere de manera negativa la calidad ambiental en la mina y sus alrededores.

La influencia que tenga el funcionamiento del equipo en la seguridad de las personas que operan dentro del proceso alrededor de la máquina. Es decir, se considera máquina crítica aquella que por fallas o desajustes atente la seguridad de las personas que laboren cerca de esta.

El grado de criticidad, se debe evaluar basándose en la dificultad de remplazar bien sea temporal o indefinidamente la máquina dentro del proceso de producción.

Otro factor es la dificultad de realizar una reparación, bien sea evaluada por el tiempo necesario para realizarla, los conocimientos requeridos para ejecutar las labores o por la disponibilidad de las partes para llevar a cabo la reparación.

Cuando se han identificado los equipos críticos, se asientan en la base de datos de Minería. Los encargados directos y los únicos autorizados para modificar estos archivos son los Superintendentes de Mantenimiento de Minería y el Jefe de Producción de Minería.

Las actividades que se deben realizar para cada tipo de mantenimiento y sus respectivos responsables están explicadas en los diagramas de flujo que se presentan en los anexos.

## DOCUMENTOS Y REGISTROS APLICABLES:

Programa de producción mensual.

Informes externos de evaluaciones de aceite.

Instrucción Operativa de la toma de muestras de aceite.

Programa Mensual de Mantenimiento de Maquinaria de Minería.

Orden de trabajo e mantenimiento por máquina de Minería.

Reporte de Servicio y Reparación Maquinaria pesada.

Control lubricación y Servicios.

Reporte de Servicio y Reparación Compresores.

Novedades de Maquinaria.

Documentos externos de Mantenimiento Maquinaria de Minería.

Instrucciones operativas de cada máquina ubicadas en los sitios de trabajo de cada una de las máquinas en poder del encargado de la mina.

Procedimiento Operativo del Estado del Mantenimiento Maquinaria de Minería.

Procedimiento General de Compras.

Carpeta de hoja de vida ubicada en la oficina de los Superintendentes de Mantenimiento de Minería.

Manuales de Mantenimiento del fabricante de la máquina, ubicados en las oficinas de los Superintendentes de Mantenimiento.

Catálogos partes del fabricante de la maquina, ubicados en las oficinas de los Superintendentes de mantenimiento.

Instrucciones Operativas de Mantenimiento de cada máquina, ubicadas en los sitios de trabajo de la respectiva máquina y en poder del encargado de la mina.

## 8. CONCLUSIONES

Una vez terminado este programa de mantenimiento, logramos crear un benchmark donde anualmente reduciremos las averías generadas el año inmediatamente anterior.

Se implanta un pensamiento activo basado en cultura logrando que todo el personal conozca el funcionamiento correcto de un buldócer D6D serie 9FK, y como debe actuar cuando en este se produzcan fallas.

Se logra que con la generación de los intervalos de tiempo para las evaluaciones, revisiones e intervenciones sean programas para no afectar la producción.

Se hace un estándar en un buldócer D6D serie 9FK para darlo a conocer en la empresa del sector minero, para luego ser replicado en las demás maquinas.

## 9. RECOMENDACIONES

El estándar del buldócer D6D serie 9FK pueden ser aplicados a cualquier tipo de equipo ya sea maquinaria pesada móvil, camión de carga pesada o de transporte de pasajeros como automóviles en general.

La maquina buldócer D6D serie 9FK debe quedar con los controles visuales para la operación, mantenimiento y limpieza, ya que estos podrán ser replicados a la totalidad de las maquinas de la empresa del sector minero.

La criticidad del equipo con respecto al mantenimiento, producción y seguridad deben ser controlados por personal debidamente calificado.

## BIBLIOGRAFÍA

Buldócer Caterpillar D6D tipo tractor de rueda motriz convencional. Manual de operación, servicio y mantenimiento de maquinaria Caterpillar; suministrado por proveedor general Colombia S.A. Septiembre/1991.








Guías para el mejoramiento planeado, Metodología TPM del IJMP: Instituto japonés para mejoras de planta de la empresa del sector minero.

Moubray, John. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (Reliability - Centred Maintenance) Edición en Español. Asheville, North Carolina: Aladon LLC, 2004. ISBN 09539603-2-3.

Colaboradores de Bibliomaster. Consultor en Administración de Operaciones y Estrategia de Negocios. [Mauricio Lefcovich]. Disponible en internet <<http://www.bibliomaster.com/pdf/198.pdf>>

GECOLSA. Catálogos de taller desensamble y ensamble de componentes. Capítulo 1 al 10. Páginas 45 a 480. Catálogo de la serie 9FK en adelante; suministrados por proveedor general Colombia S.A.

## ANEXOS

		<b>LUBRICACIÓN Y SERVICIOS BULLDOZER CATERPILLAR D6D - 008</b>						
COMPONENTES		LUBRICANTES Y FILTROS	FRECUENCIA	CANTIDAD	HTAS Y E.P.P.	RIESGOS POTENCIALES DE SEGURIDAD	TIEMPO	RESPONSABLE
	<b>MOTOR</b>	* Aceite Mobil Delvac	250 H.	29L. 7,7GL	Dulce abrigo, recipiente para recoger aceite, llaves, caja auxiliar de HTAS incluyendo la llave de filtro y embudo. Utilizar guantes y gafas.	* Recalentamiento. * Vibración. * Contaminación por ruido. * Avería para deterioro forzado y error humano	45 MIN	OPERADOR DE TURNO
		* Filtro aceite Motor CAT	250 H.	1 U				
		* Filtro aire primario CAT	1000 H.	1 U				
		* Filtro aire secundario CAT	2000 H.	1 U				
	SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	Refrigerantes Caterpillar	6000 H. si es CAT ó 2000 H. si es genérico	34L 9GL	Bandeja para recibir el refrigerante. Utilizar guantes y gafas.	* Altas temperaturas. * Avería por deterioro forzado y error humano.	50 MIN	OPERADOR DE TURNO
	<b>SISTEMA DE INYECCIÓN</b>	* Combustibles diesel (A.C.P.M)	Quando sea necesario	151L. 40GL.	Dulce abrigo, llave de filtros, utilizar si es necesario guantes y/o gafas.	* Incendio * Altas temperaturas * Avería por error humano y deterioro natural.	30 MIN	OPERADOR DE TURNO
		* Filtro separador (ACPM) CAT	500 H.	1 U				
		* Filtro separador agua CAT	500 H.	1 U				
	<b>SISTEMA HIDRÁULICO</b>	ACEITE CAT HYDO advanced sae	2000 H	49L. 13GL.	Bandeja y garrafas para recibir el aceite, dulce abrigo y cajas HTAS auxiliares incluyendo llaves de filtro y embudos. Utilizar gafas y guantes.	* Altas temperaturas * vibración * Ruido * Avería por sobre carga, deterioro forzado y error humano	100 MIN	OPERADOR DE TURNO
		Filtro hidráulico CAT	500 H.	1 U				
	<b>SERVO TRANSMISIÓN</b>	* Aceite ESSO torque fluid	1000 H.	30L. 8 GL.	Bandeja para recibir aceite dulce abrigo, llaves caja auxiliar de HTAS incluyendo la llave de filtro y embudo. Utilizar guantes y gafas.	* Altas temperaturas * vibración * Ruido * Avería por deterioro forzado y error humano	80 MIN	OPERADOR DE TURNO
		REGIONES CALIDAS Y FRIAS, TEMPERATURAS 0º C A 50º C. * Filtro Aceite CAT	500 H.	1 U				
	<b>MANDOS FINALES</b>	* ESSO torque fluid	1000 H.	19 L. 5 GL. C/U	Bandeja para recibir el aceite, dulce abrigo, Utilizar de ser necesario guantes y gafas.	* Recalentamiento. * Ruido. * Avería por deterioro forzado y error humano.	150 MIN	OPERADOR DE TURNO.
	<b>EQUIPO Y ESTRUCTURA (GRASERAS)</b>	* Grasas Moly Multiuso	* Cada 10 H. ó turno según el estandar de mantenimiento.	* Cuando sea necesario de acuerdo a las condiciones de trabajo.	Engrasadora, dulce abrigo, brocha, pinza aguda, utilizar gafas y guantes.	* Ruido. * Avería por deterioro forzado, sobrecarga y error humano.	25 MIN	OPERADOR DE TURNO.

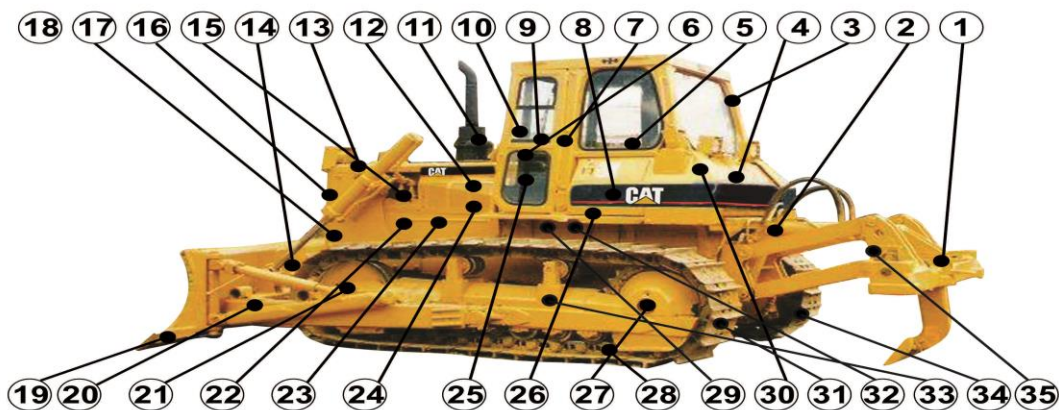
NOTA: EN ALGUNOS CASOS PUEDEN SER ASISTIDAS TODAS ESTAS LABORES POR PERSONAL TECNICO  
EN ALGUNAS OCACIONES LA FRECUENCIA PARA LOS ACEITES PUEDE VARIAR DEACUERDO A LOS RESULTADOS EN LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO.  
LOS FILTROS DE AIRE DEL MOTOR PUEDEN SER CAMBIADOS EN ALGUNAS OCACIONES ANTES DE LA FRECUENCIA YA QUE POR CONDICIONES HOSTILES SE OBSTRUYEN.





# ESTÁNDAR DE LUBRICACIÓN Y MANTENIMIENTO

## BULLDOZER CATERPILLAR D6D



INTERVALO DE SERVICIO	LUBRICACIÓN Y MANTENIMIENTO	ITEM.	Verificar	Limpiar	Lubricar	Cambiar	Ajustar	PAG. MANUAL OPERAC.	INTERVALO DE SERVICIO	LUBRICACIÓN Y MANTENIMIENTO	ITEM.	Verificar	Limpiar	Lubricar	Cambiar	Ajustar	PAGINA MANUAL OPERACION.	
CUANDO SEA NECESARIO	-BATERIA Y CABLES TERMINALES	8	3		60			119	250 HORAS	-ACEITE Y FILTRO DEL MOTOR	22			2			127	
	-CUCHILLAS Y GANTONERAS	19	1		120			90		-SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	16-17	5			3			129
	-PUNTA DEL DESGARRADOR	1-2	1		25			91		-CORREAS, ALTERNADOR Y VENTILADOR	15	2		45	15			130
	-LIMPIA Y LAVAPARABRISAS	10			10		2	93		-BUJE DE LA POLEA DEL VENTILADOR	15		2					132
	-FUSIBLES	9			3			94		-FRENOS	25	3			25			132
	-ADMISIÓN DE AIRE DEL MOTOR	11	5	25	3			96		-CADENAS	31-34	7			5			134
	-SEPARADOR DE AGUA	12	1		15			101		-TIRANTE DE INCLINACIÓN DE LA CUCHILLA O HOJA TOPADORA	20		4					136
	-TAPA DE ALIVIO DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	13	1		3			102		-MANDOS FINALES	27	10			15			136
	-ROTULA DE LA HOJA TOPADORA	14	3			20		103		-SISTEMA DE ACEITE DEL TREN DE FUERZA (FILTROS)	26	7			15			137
	-FRENO Y EMBRAGUE DEL VOLANTE-IMPULSIÓN DIRECTA	25				30		104		-CALIBRACIÓN DE VALVULAS EN MOTOR NUEVO O REACONDICIONADO PARA COMPROBAR SU ESTADO NORMAL DE FUNCIONAMIENTO	22				60			159
-ELEMENTO DEL FILTRO DE COMBUSTIBLE	23	7			3		106	-TOMA DE MUESTRA DE ACEITE DE MOTOR	INSPECCION	10								
-CORREAS ALTERNADOR Y VENTILADOR	15	1			13		130											
-NÚCLEO DEL RADIADOR	16-17	5	35				129											
-NIVELES DE ACEITE	INSPECCION	6			240													
-ACEITES Y FILTROS DE COMPONENTES	INSPECCION	6			240													
-TOMA DE MUESTRA A COMPONENTES	INSPECCION	85																
10 HORAS Ó TURNO	-INSPECCIÓN ALREDEDOR DE LA MAQUINA	18	15					109	500 HORAS	-ELEMENTO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE	23			4			140	
	-ACEITE DE MOTOR	22	1			12		112		-RESPIRADERO DEL CARTER DEL MOTOR	22	3	27				142	
	-SISTEMA DE ACEITE DEL TREN DE FUERZA	26	12					113		-SISTEMA HIDRÁULICO	24			180			143	
	-RADIADOR	16-17	1		6			114		-REJILLA DE LLENADO Y TAPA DEL TANQUE DE COMBUSTIBLE	30	1	3				145	
	-TANQUE HIDRÁULICO	24	100					115		-COLADOR IMANTADO Y FILTRO DE LA SERVOTRANSMISIÓN	29		25	10			150	
	-TANQUE COMBUSTIBLE	4	10	100				116		-ALMUEHADILLAS AMORTIGUADORAS DE LOS BASTIDORES	33	5					149	
	-INDICADORES Y MEDIDORES	6-7	3					116		-TOMA DE MUESTRA DE ACEITES A TODOS LOS COMPONENTES	MTTO	50						
	-SEPARADOR DE AGUA	12	3	12				117										
	-ELEMENTO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE	23	1		5			118										
	-BUJES Y PASADORES DE LA CUCHILLA O HOJA TOPADORA	20	10		7			123										
-BUJES Y PASADORES DEL RIPPER	35	2	10	6			120											
-CADENAS	31-34	5			7		134											
-ESTANDAR DE LUBRICACIÓN (CAMBIOS DE ACEITE Y MTTO)	INSPECCION	5							1.000 HORAS	-ESTRUCTURA DE PROTECCIÓN EN CASO DE VUELCOS (ROPS)	3	5			30	154		
-INSPECCIÓN A LA MAQUINA	18	13					109	-CARDANES Y CRUCETAS		29	2					155		
								-ACEITE A MANDOS FINALES		27			140			156		
50 HORAS	-BATERIAS	8	12		3		119	-ACEITE DEL TREN DE FUERZA (SERVOTRANSMISION)	26			100				150		
	-BUJES DEL BASTIDOR DE RODILLOS INFERIORES	28		100			124											
	-SISTEMA DE ACEITE DEL TREN DE FUERZA	26	15				124											
	-NÚCLEO DEL RADIADOR	16-17					129											
-CARDANES Y CRUCETAS	29					155												
-ADMISIÓN DEL AIRE DEL MOTOR	11	5		2		96												
100 HORAS	-ASIENTO DEL OPERADOR	5	1		2		125		2.000 HORAS	-CALIBRACIÓN DE VALVULAS Y ROTADORES	22			60		159		
	-VARILLAJE DEL CONTROL HIDRÁULICO	24	1		4		125	-REFRIGERANTE DE SISTEMA DE ENFRIAMIENTO		16-17			40			160		
	-BUJES DE LA RUEDA GUÍA	21	3		15	25	126	-SISTEMA DE ACEITE DEL TREN DE FUERZA (IMPULSIÓN DIRECTA TRANSMISIÓN)		26						163		
	-ACEITE, FILTROS Y ELEMENTOS A COMPONENTES NUEVOS O REACONDICIONADOS PARA COMPROBAR SU ESTADO NORMAL DE FUNCIONAMIENTO	MTTO						-BUJES DE LA RUEDA GUÍA		21	2			25		167		
-TOMA DE ACEITE A COMPONENTES NUEVOS O REACONDICIONADOS PARA COMPROBAR SU ESTADO NORMAL DE FUNCIONAMIENTO	INSPECCION	18						-TOMA DE MUESTRA DE ACEITES A COMPONENTES	MTTO	45								
								-NOTA: EL ACEITE HIDRÁULICO CAT HYDO ADVANCED ESTÁ ESPUESTO A VERIFICACIÓN PARA SU CAMBIO YA QUE SUS INTERVALOS PUEDEN ALARGARSE A 6000 HORAS SEGUN SEA SU RESULTADO AL MUESTREO ATÓMICO. RECOMENDACIÓN POR TÉCNICOS DE MTTO SUMICOL S.A.	MTTO	2		80	15					

OBSERVACIONES \* ESTANDAR ACONDICIONADO PARA MANTENIMIENTO MAQUINARIA PESADA MOVIL

- USE ARNES DE SEGURIDAD
- USE GUANTES
- USE RESPRADOR
- USE MANDIL SINTETICO
- USE EQUIPO DE PROTECCION PARA SOLDADURA



# ESTÁNDAR DE MANTENIMIENTO PLANEADO IPARC

## BULLDOZER CATERPILLAR D6D-008



- USE CASCO
- USE GAFAS DE SEGURIDAD
- USE MASCARILLA
- USE BOTAS DE SEGURIDAD
- USE TAPONES AUDITIVOS

GRUPO	SISTEMAS	COMPONENTES	FRECUENCIA DE REPARACION POR HORAS	GRUPO	SISTEMAS	COMPONENTES	FRECUENCIA DE REPARACION POR HORAS
MOTOR	S. MOTOR BÁSICO.	VALVULA	2000	CONTROL HIDRAULICO	HIDRAULICO	TANQUE HIDRAULICO	12000
		BIELAS	2000			CONTROL HIDRAULICO CUCHILLA	14000
		CRANEO DE LEVAV.	2000			CONTROL HIDRAULICO RIPPER	14000
		CRANEO	2000			BOBINA HIDRAULICA	12000
		EMPACHOS	2000			VALVULA DE PRESION	14000
	S. ADMISION Y ESCAPE	VALVULA	2000		CONTROL CABEZA RAPELA DE CUCHILLA	2000	
		CONJUNTO	2000		SELO	CUANDO SEA NECESARIO	
		CONJUNTO	2000		TORNILLOS	12000	
		CONJUNTO	2000		MANGUERAS CUCHILLA	6000	
		CONJUNTO	2000		MANGUERAS RIPPER	6000	
	S. INYECCION	CONJUNTO	2000		SELO	CUANDO SEA NECESARIO	
		CONJUNTO	2000		EMBRIO GATOS CUCHILLA	18000	
		CONJUNTO	2000		EMBRIO GATOS RIPPER	18000	
		CONJUNTO	2000		CILINDRO GATOS CUCHILLA	18000	
		CONJUNTO	2000		CILINDRO GATOS RIPPER	18000	
	S. LUBRICACION	CONJUNTO	2000		SELO	CUANDO SEA NECESARIO	
		CONJUNTO	2000		SELO	CUANDO SEA NECESARIO	
		CONJUNTO	2000		SELO	CUANDO SEA NECESARIO	
		CONJUNTO	2000		SELO	CUANDO SEA NECESARIO	
		CONJUNTO	2000		SELO	CUANDO SEA NECESARIO	
	S. REFRIGERACION	CONJUNTO	2000		SELO	CUANDO SEA NECESARIO	
		CONJUNTO	2000		SELO	CUANDO SEA NECESARIO	
		CONJUNTO	2000		SELO	CUANDO SEA NECESARIO	
CONJUNTO		2000	SELO	CUANDO SEA NECESARIO			
CONJUNTO		2000	SELO	CUANDO SEA NECESARIO			
S. ELECTRICO	CONJUNTO	2000	SELO	CUANDO SEA NECESARIO			
	CONJUNTO	2000	SELO	CUANDO SEA NECESARIO			
	CONJUNTO	2000	SELO	CUANDO SEA NECESARIO			
	CONJUNTO	2000	SELO	CUANDO SEA NECESARIO			
	CONJUNTO	2000	SELO	CUANDO SEA NECESARIO			
TREN DE POTENCIA	CONVERTIDOR PAR	CONJUNTO	2000	ESTACION DE OPERACION	CABINA	PARALES	4000
		CONJUNTO	2000			SELO	CUANDO SEA NECESARIO
		CONJUNTO	2000			SELO	CUANDO SEA NECESARIO
		CONJUNTO	2000			SELO	CUANDO SEA NECESARIO
		CONJUNTO	2000			SELO	CUANDO SEA NECESARIO
	TRANSMISION Power Shift	CONJUNTO	2000		SELO	CUANDO SEA NECESARIO	
		CONJUNTO	2000		SELO	CUANDO SEA NECESARIO	
		CONJUNTO	2000		SELO	CUANDO SEA NECESARIO	
		CONJUNTO	2000		SELO	CUANDO SEA NECESARIO	
		CONJUNTO	2000		SELO	CUANDO SEA NECESARIO	
CLUTCHES DIRECCIONAL Y FRENOS	CONJUNTO	2000	SELO	CUANDO SEA NECESARIO			
	CONJUNTO	2000	SELO	CUANDO SEA NECESARIO			
	CONJUNTO	2000	SELO	CUANDO SEA NECESARIO			
	CONJUNTO	2000	SELO	CUANDO SEA NECESARIO			
	CONJUNTO	2000	SELO	CUANDO SEA NECESARIO			
	MANDOS FINALES	CONJUNTO	2000	SELO	CUANDO SEA NECESARIO		
		CONJUNTO	2000	SELO	CUANDO SEA NECESARIO		
		CONJUNTO	2000	SELO	CUANDO SEA NECESARIO		
		CONJUNTO	2000	SELO	CUANDO SEA NECESARIO		
		CONJUNTO	2000	SELO	CUANDO SEA NECESARIO		
TREN DE RODAJE		CONJUNTO	2000	SELO	CUANDO SEA NECESARIO		
		CONJUNTO	2000	SELO	CUANDO SEA NECESARIO		
		CONJUNTO	2000	SELO	CUANDO SEA NECESARIO		
		CONJUNTO	2000	SELO	CUANDO SEA NECESARIO		
		CONJUNTO	2000	SELO	CUANDO SEA NECESARIO		
	ESTRUCTURA E IMPLEMENTOS	CONJUNTO	2000	SELO	CUANDO SEA NECESARIO		
		CONJUNTO	2000	SELO	CUANDO SEA NECESARIO		
		CONJUNTO	2000	SELO	CUANDO SEA NECESARIO		
		CONJUNTO	2000	SELO	CUANDO SEA NECESARIO		
		CONJUNTO	2000	SELO	CUANDO SEA NECESARIO		
ESTRUCTURA E IMPLEMENTOS		CONJUNTO	2000	SELO	CUANDO SEA NECESARIO		
		CONJUNTO	2000	SELO	CUANDO SEA NECESARIO		
		CONJUNTO	2000	SELO	CUANDO SEA NECESARIO		
		CONJUNTO	2000	SELO	CUANDO SEA NECESARIO		
		CONJUNTO	2000	SELO	CUANDO SEA NECESARIO		
	ESTRUCTURA E IMPLEMENTOS	CONJUNTO	2000	SELO	CUANDO SEA NECESARIO		
		CONJUNTO	2000	SELO	CUANDO SEA NECESARIO		
		CONJUNTO	2000	SELO	CUANDO SEA NECESARIO		
		CONJUNTO	2000	SELO	CUANDO SEA NECESARIO		
		CONJUNTO	2000	SELO	CUANDO SEA NECESARIO		
ESTRUCTURA E IMPLEMENTOS		CONJUNTO	2000	SELO	CUANDO SEA NECESARIO		
		CONJUNTO	2000	SELO	CUANDO SEA NECESARIO		
		CONJUNTO	2000	SELO	CUANDO SEA NECESARIO		
		CONJUNTO	2000	SELO	CUANDO SEA NECESARIO		
		CONJUNTO	2000	SELO	CUANDO SEA NECESARIO		

**OBSERVACION**  
 \* ESTÁNDAR ACONDICIONADO PARA MTO MAQUINARIA PESADA MOVIL

