

**DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
APLICADO A LA EMPRESA HERRERA Y DURAN LTDA.**

**HAROLD ALZATE RODRIGUEZ
EVER LUIS JIMENEZ CARDENAS**

**UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE BOLIVAR
FACULTAD DE INGENIERIAS
PROGRAMA DE INGENIERIA MECÁNICA
MINOR EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL
CARTAGENA DE INDIAS D.T. y .C.**

2005

**DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
APLICADO A LA EMPRESA HERRERA Y DURAN LTDA.**

**HAROLD ALZATE RODRIGUEZ
EVER LUIS JIMENEZ CARDENAS**

**Monografía presentada como requisito parcial para aprobar el Minor en
Mantenimiento Industrial y obtener el título de Ingenieros Mecánicos**

Director

**FELIX JULIO RADA
Ing. Mecánico**

**UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE BOLIVAR
FACULTAD DE INGENIERIAS
PROGRAMA DE INGENIERIA MECÁNICA
MINOR EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL
CARTAGENA DE INDIAS D.T. y .C.**

2005

Cartagena de indias D. T. y C. 18 de noviembre de 2005

Señores
Comité Curricular
Programa de Ingeniería Mecánica
Universidad Tecnológica de Bolívar

Ciudad

Cordial saludo.

En mi calidad de director presento a su consideración, estudio y aprobación la monografía titulada: **DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO APLICADO A LA EMPRESA HERRERA Y DURAN LTDA**, elaborada por los estudiantes **HAROLD ALZATE RODRIGUEZ** y **EVER LUIS JIMENEZ CARDENAS**, manifiesto que he participado en la orientación en todas las etapas de este proyecto y estoy conforme con los resultados obtenidos.

FELIX JULIO RADA
Ing. Mecánico
DIRECTOR

Cartagena de indias D. T. y C. 18 de noviembre de 2005

Señores
Comité Curricular
Programa de Ingeniería Mecánica
Universidad Tecnológica de Bolívar

Ciudad

Cordial saludo.

De la manera más cordial nos dirigimos a ustedes para presentarles a su consideración, estudio y aprobación la monografía titulada: **DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO APLICADO A LA EMPRESA HERRERA Y DURAN LTDA**, como requisito parcial para aprobar el Minor en mantenimiento industrial y obtener el título de Ingenieros Mecánicos.

HAROLD ALZATE RODRIGUEZ
Cc: 8'851.949 de Cartagena.

EVER LUIS JIMENEZ CARDENAS
Cc: 73'575.526 de Cartagena.

NOTA DE ACEPTACIÓN

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Ciudad y fecha

AUTORIZACIÓN

Nosotros Harold Alzate Rodríguez identificado con Cc. 8´851.949 de Cartagena y Ever Luís Jiménez identificado con Cc. 73´575.526 de Cartagena autorizamos a la Universidad Tecnológica de Bolívar para hacer uso de nuestra monografía titulada: **DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO APLICADO A LA EMPRESA HERRERA Y DURAN LTDA**, y publicarlo en el catalogo On-Line de la biblioteca.

HAROLD ALZATE RODRIGUEZ
Cc: 8´851.949 de Cartagena.

EVER LUIS JIMENEZ CARDENAS
Cc: 73´575.526 de Cartagena.

DEDICATORIA

A DIOS por darme tan excelentes padres que con amor, cariño, ternura y humildad me dieron cuanto tuvieron, brindándome la oportunidad y el apoyo para obtener este título.

Y a mis hermanas Luz Marlene y Liliana, de quienes recibí el más grande ejemplo.

HAROLD

DEDICATORIA

A Dios por darme la oportunidad de estar con vida, y no quitarme el deseo de seguir luchando por mis metas y proyectos.

A mis padres Luís Jiménez y Elena Cárdenas por creer en su hijo; Gracias por el apoyo brindado.

A mis hermanos Wilmer y Jacob por sus consejos y amistad.

EVER LUIS

AGRADECIMIENTOS

Toda nuestra gratitud y agradecimiento a:

La empresa HERRERA Y DURAN por darnos la oportunidad de llevar a cabo este proyecto.

A los ingenieros José Herrera y German Herrera, gerente operativo y jefe de mantenimiento de Herrera y Duran, por brindarnos su apoyo y conocimiento.

A los profesores del Minor, Ingenieros Alfonso, Julio y Benjamín, por sus grandes aportes en nuestra formación académica y personal, por que son un gran ejemplo a seguir.

Al ingeniero Félix Julio Rada, nuestro director demonografía, por su valiosa orientación.

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	3
1. PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	5
1.1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	5
1.1.1. Identificación del Problema	5
1.1.2. Título del Problema	5
1.1.3. Planteamiento del Problema	5
1.1.3.1. Descripción del problema	5

1.1.3.2.	Elementos del problema	6
1.1.3.3.	Formulación del problema	7
1.2.	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	7
1.2.1.	Objetivo General	7
1.2.2.	Objetivos Específicos	7
1.3.	JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACIÓN	8
1.4.	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	9
1.5.	METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN	10
1.6.	ÁREA DE INVESTIGACIÓN	11
1.7.	COVERTURA DE INVESTICIÓN	11
1.8.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	11

2.	HERRERA Y DURAN LTDA	12
2.1.	HISTORIA	12
2.2.	GENERALIDADES	12
2.3.	IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA	14
2.4.	OBJETO SOCIAL	14
2.5.	RECURSOS HUMANOS	15
2.5.1	Personal Administrativo	15
2.5.2.	Personal Operativo	16
3.	MANTENIMIENTO INDUSTRIAL	17
3.1.	HISTORIA DE LA ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO	17
3.2.	EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO	18

3.3.	CONCEPTO DE MANTENIMIENTO	19
3.4.	TIPOS DE MANTENIMIENTO	20
3.5.	NIVELES DEL MANTENIMIENTO	22
3.5.1.	NIVEL I (Nivel operador, Técnicos del nivel aprendiz):	22
3.5.2.	NIVEL II (Operador experimentado, Técnico intermedio con curso básico del equipo)	23
3.5.3.	NIVEL III (Técnico de más alto nivel en la empresa con varios años de experiencia y cursos avanzados sobre el equipo)	23
3.5.4.	NIVEL IV (Grupo de trabajo con experiencia previa, conformado por técnicos de varias disciplinas bajo la dirección de un ing. de campo)	24
3.5.5.	NIVEL V (Labores de planeación)	24
3.6.	ADMINISTRACIÓN DEL COSTO DE MANTENIMIENTO	25
3.7.	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	26

3.8.	FRECUENCIA ÓPTIMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	28
4.	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA EMPRESA HERRERA Y DURAN LTDA.	30
4.1.	ESTADO ACTUAL DEL MANTENIMIENTO EN HERRERA Y DURAN	31
4.2.	LISTADO Y CODIFICACIÓN DE EQUIPOS	31
4.3.	FICHA TECNICA Y HOJA DE VIDA DE LOS EQUIPOS	35
4.4.	IDENTIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS CRÍTICOS DE LOS EQUIPOS	36
4.4.1.	BULLDOZER	36
4.4.2.	RETROEXCAVADORA	37
4.4.3.	CARGADORES	39
4.4.4.	MOTONIVELADORA	40

4.4.5. RETROCARGADORES	41
4.4.6. VIBROCOMPACTADORA	42
4.5. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	44
4.5.1. TAREAS DE MANTENIMIENTO POR PARTE DE L OPERADOR	44
4.5.1.1. Rutinas diarias de mantenimiento	45
4.5.2. TAREAS DE MANTENIMIENTO POR PARTE DEL MANTENEDOR	46
4.5.3. PROGRAMACIÓN DE LOS PERIODOS DE MANTENIMIENTO	47
4.5.3.1. BULLDOZER	47
4.5.3.2. RETROEXCAVADORA	49
4.5.3.3. CARGADORES	52
4.5.3.4. MOTONIVELADORA	54

4.5.3.5.	RETROCARGADORES	56
4.5.3.6.	VIBROCOMPACTADORA	58
	CONCLUSIONES	60
	RECOMENDACIONES	61
	BIBLIOGRAFIA	62
	ANEXOS	64

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Ventajas y desventajas del mantenimiento preventivo	27
Tabla 2 Codificación de equipos	35
Tabla 3 Sistemas críticos para los Bulldozer	37
Tabla 4 Sistemas críticos para las Retroexcavadoras	38
Tabla 5 Sistemas críticos para los Cargadores	40
Tabla 6 Sistemas críticos para las Motoniveladoras	41
Tabla 7 Sistemas críticos para los Retrocargadores	42
Tabla 8 Sistemas críticos para las Vibrocompactadoras	43
Tabla 9 Formato de rutinas diarias de mantenimiento	46

Tabla 10 Periodos de mantenimiento para los Bulldozer	49
Tabla 11 Periodos de mantenimiento para las Retroexcavadoras	51
Tabla 12 Periodos de mantenimiento para los Cargadores	53
Tabla 13 Periodos de mantenimiento para las Motoniveladoras	55
Tabla 14 Periodos de mantenimiento para las Retrocargadores	57
Tabla 15 Periodos de mantenimiento para las Vibrocompactadoras	59

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Estructura del mantenimiento	19
Figura 2 Costo óptimo de mantenimiento	25
Figura 3 Frecuencia de mantenimiento preventivo	28
Figura 4 Ciclo de mantenimiento preventivo	29

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1 Ficha técnica del equipo formato en blanco	66
Anexo 2 Ficha técnica del equipo formato lleno	68
Anexo 3 Hoja de vida del equipo formato en blanco	69
Anexo 4 Hoja de vida del equipo formato lleno	70
Anexo 5 Tabla de lubricantes recomendados	71
Anexo 6 Bulldozer	72
Anexo 7 Retroexcavadora	72
Anexo 8 Cargador	73
Anexo 9 Moto niveladora	73
Anexo 10 Retrocargador	74

RESUMEN

Debido a que el ingreso siempre provino de la venta de un producto o servicio, esta visión primaria llevó la empresa a centrar sus esfuerzos de mejora en la función de producción. El mantenimiento fue "un problema" que surgió al querer producir continuamente, de ahí que fue visto como un mal necesario, una función subordinada a la producción cuya finalidad era reparar desperfectos en forma rápida y barata.

Sin embargo, sabemos que la curva de mejoras incrementales después de un largo período es difícilmente sensible, a esto se une la filosofía de calidad total y todas las tendencias que trajo consigo que evidencian sino que requiere la integración del compromiso y esfuerzo de todas sus unidades. Esta realidad ha volcado la atención sobre un área relegada: el mantenimiento. Ahora bien, ¿cuál es la participación del mantenimiento en el éxito o fracaso de una empresa?. Por estudios comprobados se sabe que incide en:

- Costos de producción.
- Calidad del producto o servicio.

- Capacidad operacional (aspecto relevante dado el ligamen entre competitividad y, por citar solo un ejemplo, el cumplimiento de plazos de entrega).
- Capacidad de respuesta de la empresa como un ente organizado e integrado: por ejemplo, al generar e implantar soluciones innovadoras y manejar oportuna y eficazmente situaciones de cambio.
- Seguridad e higiene industrial.
- Calidad de vida de los colaboradores de la empresa.
- Imagen y seguridad ambiental de la compañía.

Por tanto, el mantenimiento no es una función "miscelánea", produce un bien real, que puede resumirse en: capacidad de producir con calidad, seguridad y rentabilidad. Ahora bien, ¿dónde y cómo empezar a potenciar a nuestro favor estas oportunidades? Quizá aquí pueda encontrar algunas pautas.

INTRODUCCIÓN

El sector Mantenimiento generalmente se incluye en las organizaciones dentro de la función denominada Ingeniería de Planta, siendo en muchos casos su actividad excluyente. En algunas organizaciones la función de Ingeniería de Planta se llama Intendencia.

En mantenimiento se agrupan una serie de actividades cuya ejecución permite alcanzar un mayor grado de confiabilidad en los equipos, máquinas, construcciones civiles, instalaciones, etc.

Además, sabemos que el mundo está evolucionando de una manera veloz como nunca antes sucedió, afectando todos los ámbitos de nuestras realidades. Desde luego, la gestión del mantenimiento no puede estar ajena a ese cambio acelerado y, por lo tanto, se ve influenciado y obligado a dinamizarse y a ser creativo para dar la respuesta que de él se espera.

Por tanto, los gerentes de mantenimiento están sustituyendo los viejos valores por paradigmas de excelencia de mayor nivel. Es así como han empezado a hablar y practicar la ingeniería de fiabilidad, el trabajo en equipo, la gestión de activos, la medición de la función que desempeñan y la gestión de la disponibilidad. Utilizan

tecnología moderna y comienzan a incursionar en las técnicas de análisis para atacar la raíz de los problemas.

Es por esto que, hoy en día desde el mismo diseño de los equipos se debe contemplar el mantenimiento. La vida útil y el tiempo promedio entre fallas es una consideración muy importante para tener en cuenta. El costo inicial de un equipo no debe ser el determinante para su adquisición, pero un estudio formal y detallado sobre los costos de compra y de mantenimiento durante su ciclo de vida, darán un excelente información para poder escoger la mejor alternativa, ahorrándose gastos inesperados a lo largo de su vida útil. No siempre la opción de compra más barata será la más económica a lo largo del tiempo de uso de una máquina.

1. PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

1.1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.1. Identificación del Problema

El sistema de mantenimiento de las maquinas de la empresa Herrera y Duran no es el apropiado para alcanzar las metas de producción.

1.1.2. Título del Problema

DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO APLICADO A LA EMPRESA HERRERA Y DURAN LTDA.

1.1.3. Planteamiento del Problema

1.1.3.1. Descripción del problema

En la empresa Herrera y Duran, mediante un análisis de sus operaciones en el departamento de mantenimiento y almacén, se observaron dificultades para

garantizar la disponibilidad de sus equipos debido a que presenta fallas recurrentes en las partes o elementos de estos equipos, lo cual se ha reflejado en un aumento en los gastos de mantenimiento. Además, el almacén no cuenta con la suficiente cobertura y disponibilidad de repuestos para suplir las eventuales fallas que los equipos presentan.

Por otra parte la empresa no lleva registros de fallas, de reparaciones hechas y cambios en los elementos de los sistemas en los equipos. Es decir, la empresa Herrera y Duran no cuenta con un sistema organizado de mantenimiento que en determinado momento le arroje información del estado pasado, presente y futuro de sus equipos.

1.1.3.2. Elementos del problema

- Falta de control en las fallas de los equipos.
- No planeación y programación de los periodos de reparación de los equipos.
- Carencia de registro de información de los equipos.
- Disposición no inmediata de repuestos.
- Desorganización del recurso humano de mantenimiento.

1.1.3.3. Formulación del problema

¿La implementación de un plan de mantenimiento preventivo en la empresa herrera y duran corregirá los defectos en los procesos de mantenimiento y ayudará al alcance de las metas de producción planteadas por administración?

1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1. Objetivo General

Desarrollar un plan de mantenimiento preventivo para los equipos o maquinas de la empresa Herrera y Duran que permita reducir los gastos operacionales, reparación y mantenimiento en estos equipos, a la vez crear una cultura en la prevención de fallas e incremento de la confiabilidad de los equipos con tareas básicas de mantenimiento por parte del operador.

1.2.2. Objetivos Específicos

- ❖ Recolectar información que nos permita diagnosticar el estado actual del mantenimiento en la empresa Herrera y Duran.

- ❖ Crear un listado de equipos con su respectiva codificación.

- ❖ Identificar las partes críticas de cada equipo.

- ❖ Elaborar la hoja de vida y ficha técnica de los equipos y crear una base de datos.

- ❖ Diseñar un formato para el registro de fallas y rutinas diarias en los equipos.

- ❖ Diseñar el plan de mantenimiento preventivo.

1.3. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACIÓN

Medir nuestros conocimientos adquiridos en el Minor de Mantenimiento Industrial enfrentándolos a resolver un problema real en la empresa Herrera y Duran. De este modo contribuir con soluciones concretas de mantenimiento en la optimización de los resultados reduciendo los gastos de mantenimiento en dicha empresa.

1.4. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

En la empresa Herrera y Duran nunca se han implementado trabajos de este tipo, por tanto no contamos con ninguna clase de antecedentes en la empresa. En la Universidad Tecnológica de Bolívar encontramos numerosos trabajos de tesis y monografías relacionados con el diseño de planes de mantenimiento preventivo, de los cuales tomamos como referencia 3 trabajos, que son:

- ❖ Implementación de un programa de mantenimiento preventivo en IMEC S.A.: este trabajo se hizo en el año 2004 y sus autores son Gina Marcela Zabaleta Garcés y Nicolás Andrés Avendaño Ortega. Esta monografía propone procedimientos de mantenimiento en equipos de metalmecánica y tiene buenos ejemplos de formatos para hojas de vida de equipos, inspección de equipos, solicitud de trabajos y ordenes de trabajo.

- ❖ Programa de mantenimiento preventivo para el parque automotor de la electrificadota de Bolívar S.A.: este trabajo se hizo en el año 1989 y sus autores son Braulio Bonilla Rodelo y Mercedes Maturana Esquivia. Esta tesis maneja puntos claves en los procedimientos de mantenimiento en un parque automotor describiendo las tareas básicas de mantenimiento en esta clase de equipos.

- ❖ Implementación de un programa de mantenimiento preventivo en la empresa DIMECAR Ltda. & Ingenieros Asociados: este trabajo se hizo en el año 2004 y sus autores son: Néstor Iván Benjumea Acuña y Lenin Navia Rada. Esta monografía presenta en forma organizada la documentación de la información de mantenimiento necesaria para llevar un control en la disponibilidad de los equipos y como resultado obtener una base de datos de mantenimiento.

1.5. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

1ª ETAPA: Recolección de la información que nos permita identificar la situación actual del mantenimiento en la empresa Herrera y Duran. Para esto nos valdremos de manuales, catálogos y personal técnico.

2ª ETAPA: Análisis, comprensión y procesamiento de la información recolectada para identificar las falencias en el mantenimiento y planear posibles cambios. Además, búsqueda de información que hace falta y es necesaria para implementar los posibles cambios.

3ª ETAPA: Desarrollo del plan de mantenimiento preventivo.

4ª ETAPA: Revisión previa del documento.

5ª ETAPA: Presentación de Monografía.

6ª ETAPA: Corrección de Monografía.

1.6. ÁREA DE INVESTIGACIÓN

Ingeniería Mecánica

1.7. COVERTURA DE INVESTIGACIÓN

Este plan de mantenimiento se aplicará a la empresa Herrera y Duran con sede en Cartagena de Indias.

1.8. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Investigación Aplicada.

2. HERRERA Y DURAN LTDA

2.1. HISTORIA

HERRERA & DURAN LTDA. Es una empresa particular, constituida el 15 de abril de 1981, dirigida por sus socios, José Herrera González y Ramón Durán Mosquera. Cuenta además con un grupo de profesionales, cuya capacidad, calidad y experiencia nos garantizan el óptimo desarrollo de las obras a nuestro cargo; La formación académica y experiencia de los profesionales al servicio de la firma, garantizan a las entidades contratantes la prestación de un servicio de gran calidad y eficiencia. Es una sociedad limitada, constituida por Escritura Publica # 490.

2.2. GENERALIDADES

HERRERA & DURAN LTDA. Funciona con un personal que forma el eje principal de su organización. El grupo de empleados se modifica en su número de acuerdo a las necesidades básicas del momento, contando además con la asesoría de especialistas de reconocida experiencia.

La sede principal de HERRERA & DURAN LTDA., esta localizada en la ciudad de Cartagena, Carretera Troncal Ternera, Barrio San Fernando Calle 31 No. 81 – 116 y registrada en la Cámara de Comercio de Cartagena.

En el desarrollo de sus actividades, los profesionales al servicio de la firma han tenido una amplia participación en proyectos de Cartagena y otras ciudades del país.

Para determinar la capacidad técnica de la firma, es necesario que además de los recursos de personal profesional y auxiliar, se mencionen los medios logísticos de que dispone la empresa.

- a) Sede: HERRERA Y DURAN LTDA., cuenta con una moderna oficina en Cartagena, dotada de todos los elementos necesarios para garantizar la planeación, coordinación y control de obras, (Computadores, Equipos de Radio Comunicaciones, etc.).
- b) Campamento: HERRERA Y DURAN LTDA., dispone en su sede de Cartagena, de un Amplio campamento dotado de un área para mantenimiento y reparación de sus Equipos (Bulldozer, Retroexcavadoras sobre Orugas y Llantas, Volquetas de 15m³, Cargadores, Mezcladoras, Ranas Vibratorias, Vibradores de Concreto, Motobombas, etc.).

- c) Actualmente se adelanta la implementación del proceso del sistema de gestión de la calidad norma ISO 9001:2000

2.3. IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

Razón Social:	HERRERA & DURAN LTDA
NIT:	890-404-029-7
Fecha de Constitución:	Abril 15 de 1981
Dirección:	San Fernando, Calle 31 No. 81-116
Teléfonos:	661 8112 – 661 8113 – 6618208
Fax:	661 8205
Domicilio:	Cartagena
Registro de Cámara de Comercio:	21231
Capacidad de Contratos de Construcción:	146.590.99 (SMMLV)
Capital Social:	\$ 65.000.000
Gerente y Representante Legal:	José Herrera G. – Ramón Durán M.

2.4. OBJETO SOCIAL

Esta empresa está organizada para contratar y subcontratar todo lo referente a las ramas de la Ingeniería Civil, Movimiento de Tierra, Construcción de Carreteras,

Construcción y Mantenimiento de piscinas Camaroneras, Suministro de Equipos para la Ejecución de Obras Civiles, Dragado y Explotación de Minerales, Transporte Masivo de Agregados y Materiales en general.

2.5. RECURSOS HUMANOS

La Empresa cuenta con el siguiente personal de profesionales, técnicos, no profesionales, discriminados así:

2.5.1 Personal Administrativo

- Una (1) Junta de Socios
- Un (1) Gerente Administrativo y Financiero
- Un (1) Gerente Técnico
- Un (1) Asesor Jurídico
- Un (1) Contador
- Un (1) Auxiliar de contabilidad
- Un (1) Secretaria
- Un (1) Jefe de compras
- Un (1) Mensajero
- Una (1) Aseadora
- Un (1) Vigilante

2.5.2. Personal Operativo

- Tres (3) Ingenieros Civiles de Planta
- Un (1) Ingeniero Industrial
- Un (1) Ingeniero Mecánico
- Un (1) Supervisor de Equipos
- Un (1) Inspector de Obras
- Un (1) Topógrafo
- Treinta (30) Operadores de equipo pesado
- Diez (10) Conductores

3. MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

3.1. HISTORIA DE LA ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO

La necesidad de organizar adecuadamente el servicio de mantenimiento empieza con la introducción de programas de mantenimiento preventivo y el control del mantenimiento correctivo en base, fundamentalmente, al objetivo de optimizar la disponibilidad de los equipos productores.

Posteriormente, la necesidad de minimizar los costos propios de mantenimiento acentúa esta necesidad de organización mediante la introducción de controles adecuados de costos.

Más recientemente, la exigencia a que la industria está sometida de optimizar todos sus aspectos, tanto de costos, como de calidad, como de cambio rápido de producto, conduce a la necesidad de analizar de forma sistemática las mejoras que pueden ser introducidas en la gestión, tanto técnica como económica del mantenimiento.

3.2. EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO

- ❖ Hasta 1950 (Primera Generación):
 - Cuando se rompe, se arregla.

- ❖ 1950 a 1980 (Segunda Generación):
 - Mayor Disponibilidad de Planta
 - Mayor Duración de Equipos
 - Menores Costos

- ❖ 1980 al Presente (Tercera Generación):
 - Gestión del Riesgo y la Confiabilidad
 - Mayor Énfasis en Consecuencias HSE (Sin Impacto al Medio Ambiente)
 - Mayor Confiabilidad y Disponibilidad de Planta
 - Trabajo en Equipo
 - Efectividad en los Costos

3.3. CONCEPTO DE MANTENIMIENTO

El concepto de mantenimiento está totalmente relacionado con la confiabilidad, esa es la esencia de esta actividad, la confiabilidad en que la planta funcionará continuamente sin paradas indeseadas con las consecuentes pérdidas económicas. Un equipo que opera en forma segura y funcional mantiene una buena apariencia da beneficios económicos y permite mantener una productividad real a la empresa.



Figura 1 Estructura del mantenimiento

La figura 1 muestra las bases y las columnas que soportan un sistema de mantenimiento optimizado, nos presenta la forma como debe estar estructurado un sistema de mantenimiento para tener el mejor rendimiento. Toda empresa busca tener un departamento de mantenimiento cuya función sea cumplida la

optimización de los recursos humanos, económicos, físicos, administrativos y técnicos. Dicho de otra manera que produzca mucho y pida poco.

Administrar un buen mantenimiento es toda una empresa donde el Jefe debe gerenciar los recursos, optimizar su utilización, planear cada actividad, crear los mecanismos de supervisión y control, crear los medios de retroalimentar el proceso y sobretodo crear una clara conciencia sobre la importancia de su actividad a todos los niveles de la organización.

3.4. TIPOS DE MANTENIMIENTO

Se agrupa en tres clases principales y su aplicación depende de varias consideraciones, así mismo también tiene ventajas, desventajas y diferencias en sus costos.

A continuación se nombrarán y definirán.

- **Mantenimiento Correctivo**

Se define como aquel que se realiza cuando las fallas han ocurrido no se puede prever cuando ocurrirá.

- **Mantenimiento Preventivo**

Se realiza con el fin de evitar fallas basándose en parámetros de diseño como producto del estudio juicioso de los fabricantes de partes y del conjunto en general del equipo. Se sustenta en estudios estadísticos y en los criterios de diseño (vida útil).

- **Mantenimiento Predictivo**

Busca prevenir fallas mediante observaciones que indican tendencias. Existen varios métodos los cuales son especializados y requieren una preparación apropiada. Entre ellos están La medición de vibraciones mecánicas, el análisis eléctrico, termografía infrarroja, tribología y análisis de aceites, entre otros.

¿Cuál presenta mayores ventajas o desventajas? Es una pregunta que se debe resolver teniendo en cuenta otras variables importantes como son: el nivel de confiabilidad requerido, la capacidad económica de la empresa, la facilidad para poder detener los equipos sin que se afecte todo el proceso productivo, la capacidad para mantener repuestos en stock, en fin son una serie de consideraciones que hacen de cada empresa una entidad diferente.

3.5. NIVELES DEL MANTENIMIENTO

En general las empresas no están en capacidad de montar infraestructuras de mantenimiento excesivamente costosas y cuya utilización genere tiempos largos de baja utilización. Por este motivo se busca jerarquizar los trabajos en niveles de acuerdo con su importancia, grado de dificultad, conocimientos requeridos para su ejecución y el tipo de talleres y herramientas especializadas que se deben utilizar.

Se puede hablar de cinco niveles de mantenimiento. Cada empresa debe decidir hasta que nivel estará en capacidad de atender por si misma y que niveles contratará por aparte basándose en criterios de costo beneficio.

3.5.1. NIVEL I (Nivel operador, Técnicos del nivel aprendiz):

Aquellos rutinarios que garantizan la operación permanente y previene daños al poderse detener el equipo inmediatamente se detectan. Prácticamente se hacen mediante la observación directa del operador.

- Limpieza rutinaria
- Inspección diaria
- Revisión de aceite y líquidos consumibles
- Engrases rutinarios

- Detección de ruidos anormales

3.5.2. NIVEL II (Operador experimentado, Técnico intermedio con curso básico del equipo)

Aquellos que además requieren de operaciones sencillas de mantenimiento por parte de un técnico entrenado en el equipo. No exigen paradas prolongadas y su finalidad es garantizar la operación confiable.

- Chequeo de tensión de correas
- Relleno de líquidos
- Limpieza de filtros de aire

3.5.3. NIVEL III (Técnico de más alto nivel en la empresa con varios años de experiencia y cursos avanzados sobre el equipo)

Trabajos especializados en sitio y son de carácter básicamente rutinario.

- Cambios de aceite y filtro
- Calibraciones rutinarias
- Verificación de parámetros de servicio
- Cambio de partes

3.5.4. NIVEL IV (Grupo de trabajo con experiencia previa, conformado por técnicos de varias disciplinas bajo la dirección de un ing. de campo)

Nivel de taller especializado, consumen bastante tiempo y requieren de herramienta especializada para su ejecución.

- Despiece parcial de mantenimiento
- Calibraciones especializadas
- Revisión de tolerancias
- Ajustes detallados
- Soldadura y revisión

3.5.5. NIVEL V (Labores de planeación)

Trabajos de más alto nivel. Requieren de personal altamente calificado y en ocasiones de apoyo del fabricante. Contempla los llamados mantenimientos totales, de alta planeación y programación.

- Despiece total
- Pruebas destructivas y no destructivas
- Calibraciones con instrumentos especiales

3.6. ADMINISTRACIÓN DEL COSTO DE MANTENIMIENTO

Los jefes de mantenimiento han reexaminado las funciones tradicionales y han descubierto que más que mantener equipos, lo que hacen es gestionar activos tangibles. Su misión es gestionar económicamente activos en forma de equipos. Este enfoque los ha conducido a tener claro el aspecto de rentabilidad en la gestión que realizan y a preocuparse realmente por reducir sus costes de mantenimiento.

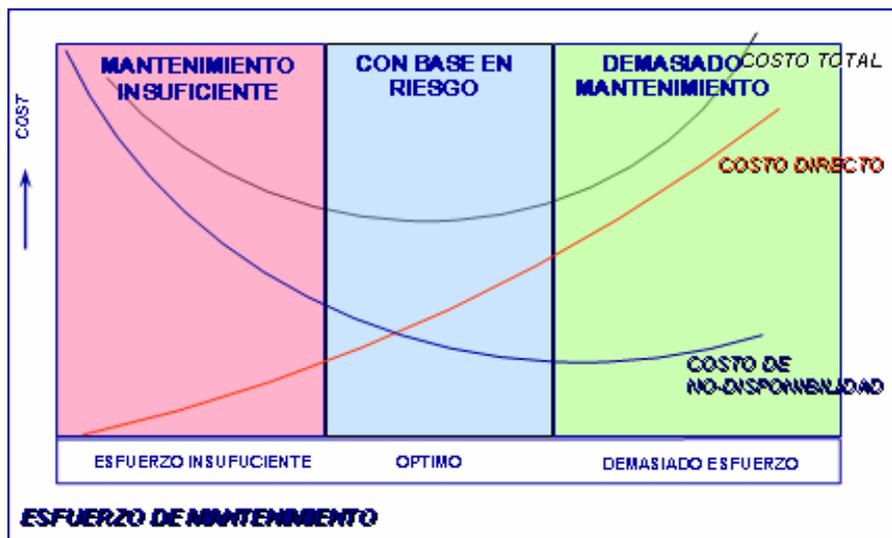


Figura 2 Costo óptimo de mantenimiento

Es de suma importancia el análisis económico de producción para la buena selección y gestión del mantenimiento. La figura 2 nos muestra que debemos administrar el riesgo y controlarlo para llegar al costo óptimo de mantenimiento.

3.7. MANTENIMIENTO PREVENTIVO

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

La Armada americana abrió camino al mantenimiento preventivo como un medio para aumentar la confiabilidad de sus vasijas. Además de un aumento en la confiabilidad, el ahorro de dinero se incrementó comparado con usar un programa de mantenimiento reactivo. Los estudios indican que el ahorro en promedio puede estar entre 12% y 18%.

Realizando el mantenimiento preventivo en el equipo tal y como lo recomienda su fabricante, se garantiza el ciclo de vida del equipo en parámetros originales. Esto se traduce en economía.

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

equipo. Minimizar las fallas se traduce en costo de mantenimiento y costo de capital.

Por sí sólo el mantenimiento preventivo no es la estrategia de mantenimiento óptima, pero tiene varias ventajas encima de un programa completamente reactivo.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Minimiza costos de mantenimiento	No elimine las fallas catastróficas
Permite flexibilidad en el ajuste de la periodicidad de mantenimiento	Se requiere de una mano de obra más calificada
Aumenta el ciclo de vida de los componentes y del equipo	Incluye desarrollo de actividades de mantenimiento innecesarias que tienen el potencial de daño a los componentes
Genera ahorros de energía	
Reduce las fallas del equipo y/o fallas en el proceso	
12% a 18% de ahorro en el costo Vs. en un programa de mantenimiento reactivo	

Tabla 1 Ventajas y desventajas del mantenimiento preventivo

desempeño del equipo es satisfactorio y los objetivos en los índices de mantenimiento son ya fácilmente alcanzables, por lo tanto adecuar las frecuencias de mantenimiento del equipo a las condiciones actuales es ya requerido.

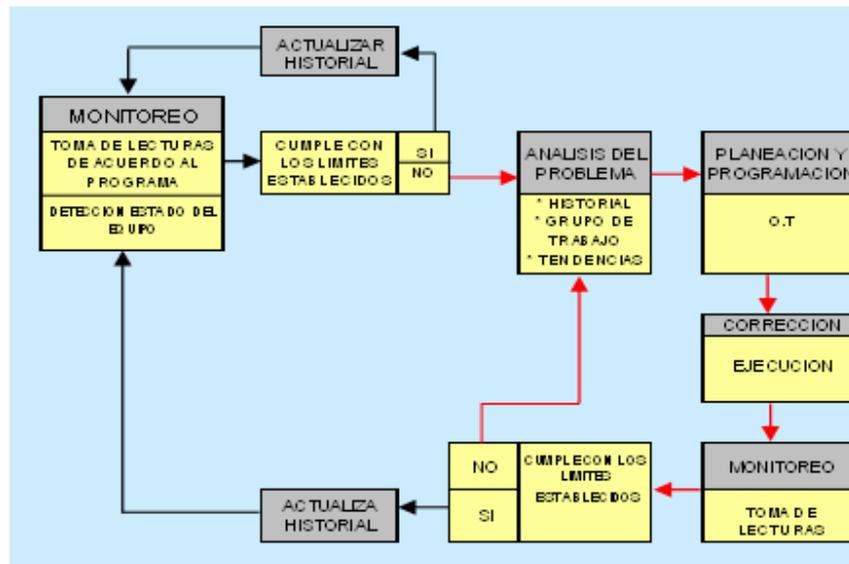


Figura 4 Ciclo de mantenimiento preventivo

Para determinar las frecuencias optimas de Mantenimiento Preventivo sin riesgo alguno para el equipo, tanto en su desempeño como en la calidad de los trabajos, se requieren de unas etapas o pasos como los mostrados en la figura 4; que ofrecen mayor disponibilidad a la operación y consecuente reducción de los costos de Mantenimiento al optimizar las intervenciones requeridas de Mantenimiento Preventivo por los equipos.

4. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA EMPRESA HERRERA Y DURAN LTDA.

La empresa Herrera y Duran al implementar este plan de mantenimiento contará con un soporte que le garantice confiabilidad y disponibilidad de sus maquinas.

Un mantenimiento preventivo, como la lubricación y cambios de filtros, generalmente permitirá al equipo operar más eficazmente y alcanzar las metas de producción.

El número de fallas disminuirá y por ende el tiempo fuera de servicio del equipo. Minimizar las fallas se traduce en costo de mantenimiento y costo de capital.

Este plan de mantenimiento preventivo es la guía que busca involucrar a los operarios en las tareas diarias de mantenimiento antes de la operación de las maquinas, como los son: revisión, lubricación y reparaciones menores hasta donde sus capacidades o conocimientos lo permitan.

4.1. ESTADO ACTUAL DEL MANTENIMIENTO EN HERRERA Y DURAN

La empresa Herrera y Duran no sigue un plan organizado de mantenimiento para sus maquinas. La organización de mantenimiento de Herrera y Duran no cuenta con documentación donde se registren la información de operación de mantenimiento en sus maquinas como lo son: Hojas de vida de los equipos, Fichas técnicas de los equipos, registros de operación de los equipos, registros de fallas, etc.

El mantenimiento aplicado para las maquinas de esta empresa es totalmente correctivo, lo que significa que su maquinaria la dejan correr a falla.

La practica de mantenimiento correctivo o correr a falla genera altos costos de mantenimiento y muy baja confiabilidad y disponibilidad de los equipos. Lo cual representa para la empresa más gastos y menos ingresos.

4.2. LISTADO Y CODIFICACIÓN DE EQUIPOS

Se cuenta con un listado de 30 equipos correspondientes a la sección de maquinaria pesada en la cual implementamos el plan de mantenimiento preventivo.

La codificación de los equipos se hizo teniendo en cuenta cuatro partes representativas que son:

1. La sección a la que pertenece en la empresa: todos los equipos pertenecen a un misma sección que es la sección de Maquinaria Pesada, la cual la identificamos con las letras MP.

2. El tipo de maquina: cada tipo de maquina la identificamos con dos letras que indican la función para la que esta hecha la maquina, así:

❖ Bulldozer	BD
❖ Retroexcavadora	RE
❖ Cargadores	CG
❖ Moto niveladoras	MN
❖ Retrocargadores	RC
❖ Vibrocompactadoras	VC

3. La serie de la maquina: esta es la serie con la que el fabricante identifica o define el modelo de la maquina y que se encuentra en los catálogos. Por ejemplo D5H, D5B, 320, 330, etc.

4. Un número consecutivo: este número representa la cantidad de equipos de un mismo modelo o serie. Por ejemplo 001, 002, 003,100

A continuación presentamos el inventario de equipos con su respectivo código en la siguiente tabla (2).

INVENTARIO DE EQUIPOS DE HERRERA Y DURAN LTDA.

TIPO DE EQUIPO	LISTADO DE EQUIPO	CODIFICACIÓN DE EQUIPO
BULLDOZER (10 equipos)	CAT D5B-02	MP-BD-D5B-001
	CAT D5B-03	MP-BD-D5B-002
	CAT D6D-01	MP-BD-D6D-001
	CAT D6D-02	MP-BD-D6D-002
	CAT D6D-03	MP-BD-D6D-003
	CAT D6D-04	MP-BD-D6D-004
	CAT D6D-06	MP-BD-D6D-005
	CAT D5H	MP-BD-D5H-001
	CAT D6H	MP-BD-D6H-001
	CAT D8K	MP-BD-D8K-001

RETROEXCAVADORA (8 equipos)	CAT 200-02	MP-RE-200-001
	CAT 320-01	MP-RE-320-001
	CAT 320-02	MP-RE-320-002
	CAT 320-03	MP-RE-320-003
	CAT 320-04	MP-RE-320-004
	CAT 320-05	MP-RE-320-006
	CAT 330-01	MP-RE-330-001
	CAT 330-02	MP-RE-330-002
CARGADORES (3 equipos)	CAT C910	MP-CG-910-001
	CAT C930	MP-CG-930-001
	CAT C950F	MP-CG-950F-001
MOTONIVELADORA (3 equipos)	CAT M120G	MP-MN-120G-001
	CAT M140	MP-MN-140-001
	KOMAT GD525A-1	MP-MN-GD525A -001
RETROCARGADORES	CAT 426	MP-RC-426-001

(2 equipos)	CAT 428	MP-RC-428-001
VIBROCOMPACTADORAS (4 equipos)	VIBROCASE	MP-VC-CASE-001
	VIBROINGERSOLL	MP-VC-INGR-001
	VIBRODINAPAK	MP-VC-DPK-001
	VIBROARRASTRE	MP-VC-INGR-001
CAT: Caterpillar – KOMAT: Komatsu – INGR: Ingersoll – DPK: Dinapak		

Tabla 2 Codificación de equipos

4.3. FICHA TECNICA Y HOJA DE VIDA DE LOS EQUIPOS

En los anexos 1 y 2 se muestran los formatos de ficha técnica de los equipos. En el anexo 1 se muestra el formato en blanco y en el 2 con la información de uno de los equipos.

En los anexos 3 y 4 se muestran los formatos de hoja de vida de los equipos. En el anexo 1 se muestra el formato en blanco y en el 2 con la información de uno de los equipos.

4.4. IDENTIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS CRÍTICOS DE LOS EQUIPOS

Para garantizar la confiabilidad de los equipos se deben abarcar todas sus partes críticas en el plan de mantenimiento. Para esto identificamos cada uno de los sistemas críticos por cada tipo de equipo y describimos cada una de sus partes.

A continuación se muestra el listado de los sistemas críticos con sus respectivas partes de cada tipo de equipo.

4.4.1. BULLDOZER

BULLDOZER	
SISTEMAS CRITICOS	COMPONENTES
Sistema eléctrico	<ul style="list-style-type: none">• Alternador• Motor de arranque• Batería
Sistema hidráulico	<ul style="list-style-type: none">• Tanque de aceite hidráulico• Bomba de aceite hidráulico• Elementos indicadores (manómetros y termocuplas)• Válvulas• Cilindros y mangueras
Sistema de combustible	<ul style="list-style-type: none">• Tanque de combustible• Bomba de combustible• Elementos indicadores• Sistema de inyección de combustible

Sistema de enfriamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Ventilador y radiador • Bomba de agua • Elementos indicadores (manómetros y termocuplas)
Sistema del motor	<ul style="list-style-type: none"> • Bomba de lubricación • Filtro de lubricación
Sistema de servo-transmisión	<ul style="list-style-type: none"> • Bomba de lubricación • Filtro de lubricación
Sistema admisión y escape	<ul style="list-style-type: none"> • Turbo alimentador • Tuberías de admisión y escape
Sistema de rodaje y mandos finales	<ul style="list-style-type: none"> • Motor de mandos finales • Cadenas • Rodillos • Rueda tensora

Tabla 3 Sistemas Críticos para los Bulldozer

4.4.2. RETROEXCAVADORA

RETROEXCAVADORA	
SISTEMAS CRITICOS	COMPONENTES
Sistema eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> • Alternador • Motor de arranque • Batería
Sistema hidráulico	<ul style="list-style-type: none"> • Tanque de aceite hidráulico • Bomba de aceite hidráulico • Elementos indicadores (manómetros y

	<ul style="list-style-type: none"> termocuplas) • Válvulas • Cilindros y mangueras
Sistema de combustible	<ul style="list-style-type: none"> • Tanque de combustible • Bomba de combustible • Elementos indicadores • Sistema de inyección de combustible
Sistema de enfriamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Ventilador y radiador • Bomba de agua • Elementos indicadores (manómetros y termocuplas)
Sistema del motor	<ul style="list-style-type: none"> • Bomba de lubricación • Filtro de lubricación
Sistema de transmisión	<ul style="list-style-type: none"> • Bomba de lubricación • Filtro de lubricación
Sistema admisión y escape	<ul style="list-style-type: none"> • Turbo alimentador • Tuberías de admisión y escape
Sistema de rodaje y mandos finales	<ul style="list-style-type: none"> • Motor de mandos finales • Cadenas • Rodillos • Rueda tensora

Tabla 4 Sistemas Críticos para la Retroexcavadora

4.4.3. CARGADORES

CARGADORES	
SISTEMAS CRITICOS	COMPONENTES
Sistema eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> • Alternador • Motor de arranque • Batería
Sistema hidráulico	<ul style="list-style-type: none"> • Tanque de aceite hidráulico • Bomba de aceite hidráulico • Elementos indicadores (manómetros y termocuplas) • Válvulas • Cilindros y mangueras
Sistema de combustible	<ul style="list-style-type: none"> • Tanque de combustible • Bomba de combustible • Elementos indicadores • Sistema de inyección de combustible
Sistema de enfriamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Ventilador y radiador • Bomba de agua • Elementos indicadores (manómetros y termocuplas)
Sistema del motor	<ul style="list-style-type: none"> • Bomba de lubricación • Filtro de lubricación
Sistema de servo-transmisión	<ul style="list-style-type: none"> • Bomba de lubricación • Filtro de lubricación
Sistema admisión y escape	<ul style="list-style-type: none"> • Turbo alimentador • Tuberías de admisión y escape
Sistema de rodaje y dirección	<ul style="list-style-type: none"> • Válvulas de mando del sistema hidráulico

	<p>de la dirección</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ejes de transmisión y ejes delanteros
--	--

Tabla 5 Sistemas Críticos para los Cargadores

4.4.4. MOTONIVELADORA

MOTONIVELADORA	
SISTEMAS CRITICOS	COMPONENTES
Sistema eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> • Alternador • Motor de arranque • Batería
Sistema hidráulico	<ul style="list-style-type: none"> • Tanque de aceite hidráulico • Bomba de aceite hidráulico • Elementos indicadores (manómetros y termocuplas) • Válvulas • Cilindros y mangueras
Sistema de combustible	<ul style="list-style-type: none"> • Tanque de combustible • Bomba de combustible • Elementos indicadores • Sistema de inyección de combustible
Sistema de enfriamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Ventilador y radiador • Bomba de agua • Elementos indicadores (manómetros y termocuplas)
Sistema del motor	<ul style="list-style-type: none"> • Bomba de lubricación • Filtro de lubricación
Sistema de servo-transmisión	<ul style="list-style-type: none"> • Bomba de lubricación

	<ul style="list-style-type: none"> • Filtro de lubricación
Sistema admisión y escape	<ul style="list-style-type: none"> • Turbo alimentador • Tuberías de admisión y escape
Sistema de rodaje y dirección	<ul style="list-style-type: none"> • Válvulas de mando del sistema hidráulico de la dirección • Ejes de transmisión y ejes delanteros

Tabla 6 Sistemas Críticos para las Motoniveladoras

4.4.5. RETROCARGADORES

RETROCARGADORES	
SISTEMAS CRITICOS	COMPONENTES
Sistema eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> • Alternador • Motor de arranque • Batería
Sistema hidráulico	<ul style="list-style-type: none"> • Tanque de aceite hidráulico • Bomba de aceite hidráulico • Elementos indicadores (manómetros y termocuplas) • Válvulas • Cilindros y mangueras
Sistema de combustible	<ul style="list-style-type: none"> • Tanque de combustible • Bomba de combustible • Elementos indicadores • Sistema de inyección de combustible
Sistema de enfriamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Ventilador y radiador • Bomba de agua

	<ul style="list-style-type: none"> • Elementos indicadores (manómetros y termocuplas)
Sistema del motor	<ul style="list-style-type: none"> • Bomba de lubricación • Filtro de lubricación
Sistema de servo-transmisión	<ul style="list-style-type: none"> • Bomba de lubricación • Filtro de lubricación
Sistema admisión y escape	<ul style="list-style-type: none"> • Turbo alimentador • Tuberías de admisión y escape
Sistema de rodaje y dirección	<ul style="list-style-type: none"> • Válvulas de mando del sistema hidráulico de la dirección • Ejes de transmisión y ejes delanteros

Tabla 7 Sistemas Críticos para los Retrocargadores

4.4.6. VIBROCOMPACTADORA

BULLDOZER	
SISTEMAS CRITICOS	COMPONENTES
Sistema eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> • Alternador • Motor de arranque • Batería
Sistema hidráulico	<ul style="list-style-type: none"> • Tanque de aceite hidráulico • Bomba de aceite hidráulico • Elementos indicadores (manómetros y termocuplas) • Válvulas • Cilindros y mangueras

<p align="center">Sistema de combustible</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Tanque de combustible • Bomba de combustible • Elementos indicadores • Sistema de inyección de combustible
<p align="center">Sistema de enfriamiento</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ventilador y radiador • Bomba de agua • Elementos indicadores (manómetros y termocuplas)
<p align="center">Sistema del motor</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Bomba de lubricación • Filtro de lubricación
<p align="center">Sistema de servo-transmisión</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Bomba de lubricación • Filtro de lubricación
<p align="center">Sistema admisión y escape</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Turbo alimentador • Tuberías de admisión y escape
<p align="center">Sistema de rodaje y mandos finales</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Motor de mandos finales • Ejes de transmisión

Tabla 8 Sistemas Críticos para las Vibrocompactadoras

4.5. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

4.5.1. TAREAS DE MANTENIMIENTO POR PARTE DE L OPERADOR

El operario de las maquinas cumple un papel muy importante dentro del plan de mantenimiento preventivo, ya que éste es quien está en constante interacción con las maquinas y conoce sus características en la operación. Es el primero en recibir de la maquina la información de una eventual falla y por tanto detectarla.

La gerencia de mantenimiento debe inculcar en los operarios la cultura de detección y prevención de fallas con tareas básicas de mantenimiento como es, revisión de las sistemas principales de la maquina antes de la operación, y registrar esta información en el formato de rutinas diarias de mantenimiento (ver anexo).

El operador debe estar en la capacidad de corregir, en el momento de la revisión, cualquier detalle que pueda significar una falla. Siempre y cuando esto no requiera de un conocimiento técnico o especializado ni de periodos de tiempo largos en la reparación. En caso contrario, el operador reportará inmediatamente la falla al mantenedor.

4.5.1.1. Rutinas diarias de mantenimiento

		RUTINAS DIARIAS DE MATENIMIENTO							
EQUIPO		MARCA						CODIGO	
REVISÓ		FECHA DE REPORTE							
CELULAR		TELEFONO							
ITEN	ACTIVIDAD	REVISION DIARIA							OBSERVACIONES
		1	2	3	4	5	6	7	
1	Revisar cuchilla de arrastre y punteras.								
2	Revisar y engrasar brazos de la cuchilla.								
3	Revisar los cilindros hidráulicos y engrasar articulaciones de la "U"								
4	Revisar cadenas por daños y tornillos flojos.								
5	Revisar y engrasar las graseras de crucetas (ventilador radiador, articulaciones).								
6	Revisar y remover elementos extraños o basuras del radiador								
7	Revisar tapa del sistema de enfriamiento - radiador.								
8	Revisar nivel de agua del sistema de enfriamiento.								
9	Revisar y corregir fugas del sistema de enfriamiento (mangueras).								
10	Revisar separador de agua.								
11	Drenar agua del tanque de combustible.								
12	Revisar nivel del tanque de combustible								
13	Revisar elemento indicador del filtro de aire.								
14	Revisar filtro de aire.								

15	Revisar taza del prelimpiador.								
16	Revisar el nivel de aceite del motor.								
17	Revisar el nivel de aceite de la servo-transmisión								
18	Revisar el nivel de aceite hidráulico.								
19	Revisar y corregir fugas del sistema hidráulico (mangueras).								
20	Revisar fusibles.								
21	Revisar baterías (nivel del agua)								
22	Revisar panel de control (que los indicadores marquen sus medidas)								

Tabla 9 Formato de rutinas diarias de mantenimiento

4.5.2. TAREAS DE MANTENIMIENTO POR PARTE DEL MANTENEDOR

Estas tareas son programadas, planeadas y sujetas a periodos de tiempo indicados por el fabricante de la maquina y de los elementos o accesorios reemplazables, requieren de conocimientos especializados y periodos de tiempo necesarios en la reparación.

Los periodos de tiempos de estas tareas de mantenimiento preventivo se miden en horas de operación de la maquina. Para esto la maquina cuenta con la instalación de un horómetro. Para determinar estos periodos de tiempo nos apoyamos en los manuales de operación del fabricante de las maquinas y de las

recomendaciones de los fabricantes de los elementos o accesorios reemplazables (filtros y aceite).

La periodicidad de las tareas de mantenimiento están sujetas a las condiciones ambientales en las que operan las maquinas como, ambientes polvorientos, húmedos y fangosos, altas temperaturas, etc.

4.5.3. PROGRAMACIÓN DE LOS PERIODOS DE MANTENIMIENTO

4.5.3.1. BULLDOZER

BULLDOZER	
PERIODOS DE MANTENIMIENTO	ACTIVIDADES
A LAS 50 HORAS DE OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Batería (Sist. Eléctrico): limpiar superficie y los bornes. Mantener los bornes con gelatina de petróleo. Suministrar agua desmineralizada. Apretar sujetador de batería. ➤ Cilindros y mangueras (Sist. Hidráulico): lubricar los fitting (graseras) de los pasadores y las articulaciones de los brazos. ➤ Elementos indicadores de todos los sistemas: limpiar superficie y verificar calibración. ➤ Turbo alimentador (Sist. Admisión y escape): limpiar filtro de aire. ➤ Tuberías de admisión y escape (Sist.

	<p>Admisión y escape): revisar y ajustar abrazaderas.</p> <p>➤ Cadenas y Sproker (Sist. De rodaje): Lubricar rodamientos del Sproker.</p>
A LAS 100 HORAS DE OPERACIÓN	<p>➤ Válvulas (Sist. Hidráulico): lubricar los fitting (graseras).</p>
A LAS 250 HORAS DE OPERACIÓN	<p>➤ Alternador (Sist. Eléctrico): limpiar superficie, ajustar conexiones y correas.</p> <p>➤ Motor de arranque (Sist. Eléctrico): limpiar superficie, ajustar conexiones.</p> <p>➤ Ventilador y radiador (Sist. Enfriamiento): engrasar cojinetes de poleas del ventilador y ajustar correa.</p> <p>➤ Rodillos (Sist. De rodaje): revisar, limpiar y engrasar.</p> <p>➤ Rueda tensora (Sist. De rodaje): revisar, limpiar y engrasar la barra tensora.</p>
A LAS 500 HORAS DE OPERACIÓN	<p>➤ Tanque de aceite hidráulico (Sist. Hidráulico): cambio de filtro, limpiar el colador.</p> <p>➤ Bomba de aceite hidráulico (Sist. Hidráulico): cambio de filtro.</p> <p>➤ Tanque de combustible (Sist. combustible): cambio de filtro y limpiar colador.</p> <p>➤ Bomba de combustible (Sist. combustible): cambio de filtros, operar el bombin.</p> <p>➤ Sistema de inyección (Sist. combustible): revisar sellos, empaques y racores de tubería.</p>

	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Filtro de aceite de lubricación (Motor): cambio de filtro y aceite. ➤ Cadenas (Sist. De rodaje): revisar cojinetes y sellos de sproker. Engrasar y ajustar las zapatas.
A LAS 1000 HORAS DE OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Servo-transmisión (Sist. Transmisión): cambio de filtros. ➤ Mandos finales (Sist. De rodaje): cambio de filtro y aceite.
A LAS 2000 HORAS DE OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sistema hidráulico: cambio de aceite. ➤ Sistema de servo-transmisión: cambio de aceite. ➤ Turbo alimentador (Sist. Admisión): cambio de filtro de aire.

Tabla 10 Periodos de Mantenimiento para los Bulldozer

4.5.3.2. RETROEXCAVADORA

RETROEXCAVADORA	
PERIODOS DE MANTENIMIENTO	ACTIVIDADES
A LAS 50 HORAS DE OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Batería (Sist. Eléctrico): limpiar superficie y los bornes. Mantener los bornes con gelatina de petróleo. Suministrar agua desmineralizada. Apretar sujetador de batería. ➤ Cilindros y mangueras (Sist. Hidráulico): lubricar los fitting (graseras) de los

	<p>pasadores y las articulaciones de los brazos.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Elementos indicadores de todos los sistemas: limpiar superficie y verificar calibración. ➤ Turbo alimentador (Sist. Admisión y escape): limpiar filtro de aire. ➤ Tuberías de admisión y escape (Sist. Admisión y escape): revisar y ajustar abrazaderas. ➤ Cadenas y Sproker (Sist. De rodaje): Lubricar rodamientos del Sproker.
A LAS 100 HORAS DE OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Válvulas (Sist. Hidráulico): lubricar los fitting (graseras).
A LAS 250 HORAS DE OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Alternador (Sist. Eléctrico): limpiar superficie, ajustar conexiones y correas. ➤ Motor de arranque (Sist. Eléctrico): limpiar superficie, ajustar conexiones. ➤ Ventilador y radiador (Sist. Enfriamiento): engrasar cojinetes de poleas del ventilador y ajustar correa. ➤ Bomba de aceite hidráulico (Sist. Hidráulico): cambio de filtro de caja drenaje y cambio de filtro piloto. ➤ Rodillos (Sist. De rodaje): revisar, limpiar y engrasar. ➤ Rueda tensora (Sist. De rodaje): revisar, limpiar y engrasar la barra tensora. ➤ Motor: cambio de filtro de aceite lubricación.
A LAS 500 HORAS DE OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tanque de aceite hidráulico (Sist.

	<p>Hidráulico): cambio de filtro de retorno y limpiar el colador.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Tanque de combustible (Sist. combustible): cambio de filtro y limpiar colador. ➤ Bomba de combustible (Sist. combustible): cambio de filtros, operar el bombin. ➤ Sistema de inyección (Sist. combustible): revisar sellos, empaques y racores de tubería. ➤ Motor: cambio de aceite. ➤ Cadenas (Sist. De rodaje): revisar cojinetes y sellos de sproker. Engrasar y ajustar las zapatas.
A LAS 1000 HORAS DE OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Motor de rotación (Sist. De rodaje): cambio de aceite y filtros. ➤ Transmisión (Sist. Transmisión): cambio de filtros.
A LAS 2000 HORAS DE OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mandos finales (Sist. De rodaje): cambio de aceite. ➤ Sistema hidráulico: cambio de aceite. ➤ Sistema de transmisión: cambio de aceite. ➤ Turbo alimentador (Sist. Admisión): cambio de filtro de aire.

Tabla 11 Periodos de Mantenimiento para las Retroexcavadoras

4.5.3.3. CARGADORES

CARGADORES	
PERIODOS DE MANTENIMIENTO	ACTIVIDADES
A LAS 50 HORAS DE OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Batería (Sist. Eléctrico): limpiar superficie y los bornes. Mantener los bornes con gelatina de petróleo. Suministrar agua desmineralizada. Apretar sujetador de batería. ➤ Cilindros y mangueras (Sist. Hidráulico): lubricar los fitting (graseras) de los pasadores y las articulaciones de los brazos. ➤ Elementos indicadores de todos los sistemas: limpiar superficie y verificar calibración. ➤ Turbo alimentador (Sist. Admisión y escape): limpiar filtro de aire. ➤ Tuberías de admisión y escape (Sist. Admisión y escape): revisar y ajustar abrazaderas.
A LAS 100 HORAS DE OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Válvulas (Sist. Hidráulico): lubricar los fitting (graseras). ➤ Válvulas de mando del sistema hidráulico de la dirección: lubricar los fitting (graseras).
A LAS 250 HORAS DE OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Alternador (Sist. Eléctrico): limpiar superficie, ajustar conexiones y correas. ➤ Motor de arranque (Sist. Eléctrico): limpiar superficie, ajustar conexiones. ➤ Ventilador y radiador (Sist. Enfriamiento): engrasar cojinetes de poleas del ventilador y ajustar correa.

	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ejes de transmisión y ejes delanteros (Sist. De rodaje y dirección): Lubricar rodamientos.
A LAS 500 HORAS DE OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tanque de aceite hidráulico (Sist. Hidráulico): cambio de filtro, limpiar el colador. ➤ Bomba de aceite hidráulico (Sist. Hidráulico): cambio de filtro. ➤ Tanque de combustible (Sist. combustible): cambio de filtro y limpiar colador. ➤ Bomba de combustible (Sist. combustible): cambio de filtros, operar el bombin. ➤ Sistema de inyección (Sist. combustible): revisar sellos, empaques y racores de tubería. ➤ Filtro de aceite de lubricación (Motor): cambio de filtro y aceite.
A LAS 1000 HORAS DE OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Servo-transmisión (Sist. Transmisión): cambio de filtros.
A LAS 2000 HORAS DE OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sistema hidráulico: cambio de aceite. ➤ Sistema de servo-transmisión: cambio de aceite. ➤ Turbo alimentador (Sist. Admisión): cambio de filtro de aire.

Tabla 12 Periodos de Mantenimiento para los Cargadores

4.5.3.4. MOTONIVELADORA

MOTONIVELADORA	
PERIODOS DE MANTENIMIENTO	ACTIVIDADES
A LAS 50 HORAS DE OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Batería (Sist. Eléctrico): limpiar superficie y los bornes. Mantener los bornes con gelatina de petróleo. Suministrar agua desmineralizada. Apretar sujetador de batería. ➤ Cilindros y mangueras (Sist. Hidráulico): lubricar los fitting (graseras) de los pasadores y las articulaciones de los brazos. ➤ Elementos indicadores de todos los sistemas: limpiar superficie y verificar calibración. ➤ Turbo alimentador (Sist. Admisión y escape): limpiar filtro de aire. ➤ Tuberías de admisión y escape (Sist. Admisión y escape): revisar y ajustar abrazaderas.
A LAS 100 HORAS DE OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Válvulas (Sist. Hidráulico): lubricar los fitting (graseras). ➤ Válvulas de mando del sistema hidráulico de la dirección: lubricar los fitting (graseras).
A LAS 250 HORAS DE OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Alternador (Sist. Eléctrico): limpiar superficie, ajustar conexiones y correas. ➤ Motor de arranque (Sist. Eléctrico): limpiar superficie, ajustar conexiones. ➤ Ventilador y radiador (Sist. Enfriamiento): engrasar cojinetes de poleas del ventilador y ajustar correa.

	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ejes de transmisión y ejes delanteros (Sist. De rodaje y dirección): Lubricar rodamientos.
A LAS 500 HORAS DE OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tanque de aceite hidráulico (Sist. Hidráulico): cambio de filtro, limpiar el colador. ➤ Bomba de aceite hidráulico (Sist. Hidráulico): cambio de filtro. ➤ Tanque de combustible (Sist. combustible): cambio de filtro y limpiar colador. ➤ Bomba de combustible (Sist. combustible): cambio de filtros, operar el bombin. ➤ Sistema de inyección (Sist. combustible): revisar sellos, empaques y racores de tubería. ➤ Filtro de aceite de lubricación (Motor): cambio de filtro y aceite.
A LAS 1000 HORAS DE OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Servo-transmisión (Sist. Transmisión): cambio de filtros.
A LAS 2000 HORAS DE OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sistema hidráulico: cambio de aceite. ➤ Sistema de servo-transmisión: cambio de aceite. ➤ Turbo alimentador (Sist. Admisión): cambio de filtro de aire.

Tabla 13 Periodos de Mantenimiento para las Motoniveladoras

4.5.3.5. RETROCARGADORES

MOTONIVELADORA	
PERIODOS DE MANTENIMIENTO	ACTIVIDADES
A LAS 50 HORAS DE OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Batería (Sist. Eléctrico): limpiar superficie y los bornes. Mantener los bornes con gelatina de petróleo. Suministrar agua desmineralizada. Apretar sujetador de batería. ➤ Cilindros y mangueras (Sist. Hidráulico): lubricar los fitting (graseras) de los pasadores y las articulaciones de los brazos. ➤ Elementos indicadores de todos los sistemas: limpiar superficie y verificar calibración. ➤ Turbo alimentador (Sist. Admisión y escape): limpiar filtro de aire. ➤ Tuberías de admisión y escape (Sist. Admisión y escape): revisar y ajustar abrazaderas.
A LAS 100 HORAS DE OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Válvulas (Sist. Hidráulico): lubricar los fitting (graseras). ➤ Válvulas de mando del sistema hidráulico de la dirección: lubricar los fitting (graseras).
A LAS 250 HORAS DE OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Alternador (Sist. Eléctrico): limpiar superficie, ajustar conexiones y correas. ➤ Motor de arranque (Sist. Eléctrico): limpiar superficie, ajustar conexiones. ➤ Ventilador y radiador (Sist. Enfriamiento): engrasar cojinetes de poleas del ventilador y ajustar correa.

	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ejes de transmisión y ejes delanteros (Sist. De rodaje y dirección): Lubricar rodamientos.
A LAS 500 HORAS DE OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tanque de aceite hidráulico (Sist. Hidráulico): cambio de filtro, limpiar el colador. ➤ Bomba de aceite hidráulico (Sist. Hidráulico): cambio de filtro. ➤ Tanque de combustible (Sist. combustible): cambio de filtro y limpiar colador. ➤ Bomba de combustible (Sist. combustible): cambio de filtros, operar el bombin. ➤ Sistema de inyección (Sist. combustible): revisar sellos, empaques y racores de tubería. ➤ Filtro de aceite de lubricación (Motor): cambio de filtro y aceite.
A LAS 1000 HORAS DE OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Servo-transmisión (Sist. Transmisión): cambio de filtros.
A LAS 2000 HORAS DE OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sistema hidráulico: cambio de aceite. ➤ Sistema de servo-transmisión: cambio de aceite. ➤ Turbo alimentador (Sist. Admisión): cambio de filtro de aire.

Tabla 14 Periodos de Mantenimiento para los Retrocargadores

4.5.3.6. VIBROCOMPACTADORA

MOTONIVELADORA	
PERIODOS DE MANTENIMIENTO	ACTIVIDADES
A LAS 50 HORAS DE OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Batería (Sist. Eléctrico): limpiar superficie y los bornes. Mantener los bornes con gelatina de petróleo. Suministrar agua desmineralizada. Apretar sujetador de batería. ➤ Cilindros y mangueras (Sist. Hidráulico): lubricar los fitting (graseras) de los pasadores y las articulaciones de los brazos. ➤ Elementos indicadores de todos los sistemas: limpiar superficie y verificar calibración. ➤ Turbo alimentador (Sist. Admisión y escape): limpiar filtro de aire. ➤ Tuberías de admisión y escape (Sist. Admisión y escape): revisar y ajustar abrazaderas.
A LAS 100 HORAS DE OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Válvulas (Sist. Hidráulico): lubricar los fitting (graseras). ➤ Válvulas de mando del sistema hidráulico de la dirección: lubricar los fitting (graseras).
A LAS 250 HORAS DE OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Alternador (Sist. Eléctrico): limpiar superficie, ajustar conexiones y correas. ➤ Motor de arranque (Sist. Eléctrico): limpiar superficie, ajustar conexiones. ➤ Ventilador y radiador (Sist. Enfriamiento): engrasar cojinetes de poleas del ventilador y ajustar correa.

	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ejes de transmisión y ejes delanteros (Sist. De rodaje y dirección): Lubricar rodamientos.
A LAS 500 HORAS DE OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tanque de aceite hidráulico (Sist. Hidráulico): cambio de filtro, limpiar el colador. ➤ Bomba de aceite hidráulico (Sist. Hidráulico): cambio de filtro. ➤ Tanque de combustible (Sist. combustible): cambio de filtro y limpiar colador. ➤ Bomba de combustible (Sist. combustible): cambio de filtros, operar el bombin. ➤ Sistema de inyección (Sist. combustible): revisar sellos, empaques y racores de tubería. ➤ Filtro de aceite de lubricación (Motor): cambio de filtro y aceite.
A LAS 1000 HORAS DE OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Servo-transmisión (Sist. Transmisión): cambio de filtros.
A LAS 2000 HORAS DE OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sistema hidráulico: cambio de aceite. ➤ Sistema de servo-transmisión: cambio de aceite. ➤ Turbo alimentador (Sist. Admisión): cambio de filtro de aire.

Tabla 15 Periodos de Mantenimiento para las Vibrocompactoras

CONCLUSIONES

Para nadie es un secreto la exigencia que plantea una economía globalizada, mercados altamente competitivos y un entorno variable donde la velocidad de cambio sobrepasa en mucho nuestra capacidad de respuesta. En este panorama estamos inmersos y vale la pena considerar algunas posibilidades que siempre han estado pero ahora cobran mayor relevancia. Por tanto, la imperativa necesidad de redimensionar la empresa implica para el mantenimiento, retos y oportunidades que merecen ser valorados como: Bajar los costos de mantenimiento y aumentar la productividad.

Además, el éxito de producción de una empresa se debe a la eficiente administración y a la buena gestión de los recursos con los que dispone. Implementar un plan de mantenimiento preventivo en Herrera y Duran hará que el departamento de mantenimiento logre alcanzar las metas que se proponga y las que quiera lograr el departamento administrativo. También podemos decir que, la labor del departamento de mantenimiento, está relacionada muy estrechamente en la prevención de accidentes y lesiones en el trabajador ya que tiene la responsabilidad de mantener en buenas condiciones, la maquinaria y herramienta, equipo de trabajo, lo cual permite un mejor desenvolvimiento y seguridad evitando en parte riesgos en el área laboral.

RECOMENDACIONES

El plan de mantenimiento requiere de una correcta aplicación, seguimiento y mejoramiento continuo de sus etapas. Para esto se recomienda estructurar la organización del departamento de mantenimiento delegando nuevas funciones y nuevas políticas de gerenciamiento que inculquen la cultura de estar pendientes en todo momento de los equipos.

Por otra parte, los desafíos del Desarrollo Sostenible cobran cada día mas importancia y las empresas que adquieran compromisos e introduzcan controles de no contaminación serán las que logren ganar el favor del público y, por lo tanto, mantener a la vanguardia su producto o servicio.

Los cambios que ocurrirán en los materiales que conformarán la maquinaria conducirán a una “mezcla” de los mismos, en busca de alcanzar economía en los combustibles y estructuras más livianas. Es posible vislumbrar el desarrollo de equipos y maquinaria que tendrán niveles de ruido muy inferiores a los de hoy. También como emisores mucho menos pululantes. El cambio de aceites será cosa del pasado, utilizándose lubricantes de alta durabilidad, aliviándose incluso el problema de la eliminación del aceite usado.

BIBLIOGRAFIA

TAMAYO Y TAMAYO, Mario. El proceso de la investigación científica: fundamentos de investigación con manual de evaluación de proyectos. 2 ed. México DF.: Limusa, 1992. 161 p.

MENDEZ ALVAREZ, Carlos Eduardo. Metodología: Guía para elaborar diseños de investigación en ciencias económicas, contables y administrativas. 2 ed. Bogota DC: Mc Graw – Hill, 1995. 170 p.

NAVARRO ELOLA, Luis y PASTOR TEJEDOR, Ana Clara. Gestión integral de mantenimiento. Barcelona: Marcombo, 1997. 112 p.

DUFFUAA, Saliho y RAOUF, H. Sistemas de mantenimiento: planeación y control. México DF: Limusa, 2002. 419 p.

Manual de operación y mantenimiento de los equipos Caterpillar.

Memorias del Minor 2005

Paginas en Internet:

<http://www.mantenimiento/mundial>.

www.mantencion.htm.

www.mantenimientos.htm

www.cat.com

ANEXOS

		FICHA TECNICA DEL EQUIPO		Fecha de Elaboración:
INFORMACIÓN GENERAL DEL EQUIPO				
Denominación del equipo			Fabricante	
Modelo o pin			Código de identificación	
Serie de la maquina vehiculo			Serie del motor	
Potencia			Serie de la transmisión	
PARTES REEMPLAZABLES				
Filtros de aire			Filtro de combustible	
Primario			Primario	
Secundario			Secundario	
Filtro de aceite			Filtros hidráulico	
Primario			Malla llenado	
			Tanque	
Filtro de transmisión			Tapas	
Elemento			Radiador	
			Hidráulico	
Correas		alternador		
ESPECIFICACIONES				
Peso de embarque con el 10% del combustible				kg
Longitud	Ancho	Alto	Longitud de la hoja	
mm	mm	mm	mm	
Despeje desde el suelo			Trocha de centro a centro de los carriles	
mm			mm	
Capacidad de llenados				

Sistema de enfriamiento		Aceite de motor	
	gl		gl
Tanque de combustible		Sistema hidráulico	
	gl		gl
Servo transmisión		Mandos finales. cada uno	
	gl		gl

Anexo 1 Ficha técnica del equipo formato en blanco

		FICHA TECNICA DEL EQUIPO		Fecha de Elaboración:	
INFORMACIÓN GENERAL DEL EQUIPO					
Denominación del equipo			Fabricante		
TRACTOR CON ORUGA			CATERPILLAR		
Modelo o pin			Código de identificación		
D6D			MP-BD-D6D-001		
Serie de la maquina vehiculo			Serie del motor		
9FK00229			3306 8TD 06492		
Potencia			Serie de la transmisión		
140 HP			2HA		
PARTES REEMPLAZABLES					
Filtros de aire			Filtro de combustible		
Primario	7W5495		Primario	9M2341	
Secundario	1P7360		Secundario	2Y8670	
Filtro de aceite			Filtros hidráulico		
Primario			Malla llenado	9J3047	
2Y8096			Tanque	1R0728	
Filtro de transmisión			Tapas		
Elemento			Radiador		
4J6064			Hidráulico		
Correas		Alternador: 7M4707			
ESPECIFICACIONES					
Peso de embarque con el 10% del combustible				11700kg	
Longitud	Ancho	Alto	Longitud de la hoja		
3735 mm	2370 mm	3060 mm	3730 mm		
Despeje desde el suelo			Trocha de centro a centro de los carriles		
310 mm			1880 mm		
Capacidad de llenados					

Sistema de enfriamiento		Aceite de motor	
	10,3 gl		7,3 gl
Tanque de combustible		Sistema hidráulico	
	78 gl		11 gl
Servo transmisión		Mandos finales. cada uno	
	24 gl		5 gl

Anexo 2 Ficha técnica del equipo formato lleno

		HOJA DE VIDA DEL EQUIPO	Fecha de Elaboración:
INFORMACIÓN GENERAL DEL EQUIPO			
Denominación del equipo		Fabricante	
Modelo o pin		Código de identificación	
HISTORIAL			
FECHA	TIPO DE REPARACIÓN	MECÁNICO	

Anexo 3 Hoja de vida del equipo formato en blanco

		HOJA DE VIDA DEL EQUIPO	Fecha de Elaboración:
INFORMACIÓN GENERAL DEL EQUIPO			
Denominación del equipo		Fabricante	
Tractor con oruga		Caterpillar	
Modelo o pin		Código de identificación	
D6D		MP-BD-D6D-001	
HISTORIAL			
FECHA	TIPO DE REPARACIÓN	MECÁNICO	
25/05/2005	Reparación culata en Metallock. OJO EN PRUEBA	Metallock	
	Cambio de asientos y guías.	Corecta	
	Reparación completa del motor, convertidor de torque y la servotrasmission	Luis correa	
02/06/05	Se reparo turbo y bomba de agua	Luis correa	
	Limpieza del radiador y cooler	Paraíso del radiador	
	Se reparo bomba de inyección.	Servinyección	
	Cambio de aceite de la servotrasmission	Freddy Altamar	
15/09/05	Cambio de aceite del motor	Pedro Torres	
	Cambio de los indicadores de temperatura y presión	Pedro Torres	
	Reparación del bastidor de rodillos derecho.	Pedro Torres	

Anexo 4 Hoja de vida del equipo formato lleno

Recommended Lubricant Viscosities

For Temperature Ranges °F and °C*					
Compartment or System	Oil Viscosities	Degrees F		Degrees C	
		Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
Engine Crankcase CD or CD/TO-2	SAE 5W-20 (SPC)	-22	+50	-30	+10
	SAE 5W-20	-13	+50	-25	+10
	SAE 10W	-4	+50	-20	+10
	SAE 10W-30	-4	+104	-20	+40
	SAE 15W-40	+5	+122	-15	+50
	SAE 30	+32	+104	0	+40
	SAE 40	+41	+122	+5	+50
Power Train Oil System and Winch CD/TO-2	SAE 5W-20 (SPC)	-22	+50	-30	+10
	SAE 5W-20	-13	+32	-25	0
	SAE 10W	-4	+50	-20	+10
	SAE 10W-30	-4	+50	-20	+10
	SAE 15W-40	+5	+77	-15	+25
	SAE 30	+32	+104	0	+40
	SAE 40	+41	+122	+5	+50
Hydraulic System HYDO	SAE 5W-20 (SPC)	-22	+104	-30	+40
	SAE 5W-20	-13	+50	-25	+10
	SAE 10W	-4	+104	-20	+40 ✓
	SAE 10W-30	-4	+104	-20	+40
	SAE 15W-40	+5	+122	-15	+50 ✓
	SAE 30	+50	+122	+10	+50
Final Drives CD/TO-2	SAE 5W-20 (SPC)	-22	+32	-30	0
	SAE 10W	-22	+32	-30	0
	SAE 30	-4	+77	-20	+25
	SAE 40	+14	+104	-10	+40
	SAE 50	+32	+122	0	+50

*When operating below -30°C (-22°F) refer to the Cold Weather Recommendation Operation and Maintenance Guide, Form SEBU5898, available from your Caterpillar dealer.

Anexo 5 Tabla de lubricantes recomendados



Anexo 6 Bulldozer



Anexo 7 Retroexcavadora



Anexo 8 Cargador



Anexo 9 Moto niveladora



Anexo 10 Retrocargador