

**ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA
MAQUINARIA PESADA DE LA GOBERNACIÓN DE CASANARE**



**HÉCTOR RICARDO SANABRIA CANCELADO
HARLEY DAVID HERNÁNDEZ JIMÉNEZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2011

**ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA
MAQUINARIA PESADA DE LA GOBERNACIÓN DE CASANARE.**

**HÉCTOR RICARDO SANABRIA CANCELADO
HARLEY DAVID HERNÁNDEZ JIMÉNEZ**

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN
GERENCIA DE MANTENIMIENTO**

**Director
IVÁN DARÍO GÓMEZ LOZANO
Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2011

**A mis padres que hicieron posible
alcanzar esta meta y que me brindaron
apoyo en todo momento.**

**A mis hermanos, que aportaron su cariño
y paciencia y a todos aquellos
que me ayudaron en esta grandiosa
lucha de ser profesional.**

HRSC

**A mis padres que con su apoyo constante
y entusiasmo me brindaron la fuerza
para alcanzar esta meta profesional.**

**A mis hermanos, que aportaron su cariño
y respaldo en todo momento que lo necesite
y a todos aquellos que intercedieron
para lograr este triunfo**

HDHJ

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	19
1. TÍTULO.....	20
2. ANTECEDENTES.....	21
3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	24
4. JUSTIFICACIÓN.....	26
5. OBJETIVOS.....	28
5.1. OBJETIVO GENERAL.....	28
5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	28
6. DELIMITACIÓN DEL PROYECTO.....	29
7. MARCO TEÓRICO.....	30
7.1. MANTENIMIENTO MECÁNICO.....	30
7.1.1. Conceptos básicos del mantenimiento.....	33
7.1.1.1. Catálogos y fichas técnicas.....	34
7.1.1.2. Niveles de mantenimiento.....	35
7.1.2. Tipos de mantenimiento.....	36
7.1.2.1. Mantenimiento correctivo.....	36
7.1.2.2. Mantenimiento preventivo.....	38
7.1.2.3. Mantenimiento predictivo.....	44
7.1.2.4. Mantenimientos proactivos o de cuarta generación	46
8. DIAGNÓSTICO Y SITUACIÓN ACTUAL.....	49
8.1. HISTÓRICOS.....	49
8.2. JUSTIFICACIÓN FINANCIERA.....	49
8.3. TALENTO HUMANO.....	51

8.4. GESTIÓN DE REPUESTOS Y PRESUPUESTO.....	53
8.5. PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO.....	54
8.6. CONCLUSIONES.....	55
9. FICHAS TÉCNICAS DE LA MAQUINARIA.....	58
9.1. VIBROCOMPACTADOR INGERSOLL RAND SD70D 2007.....	58
9.1.1. Motor.....	59
9.1.2. Peso de la máquina.....	60
9.1.3. Llantas.....	60
9.1.4. Dirección.....	61
9.1.5. Capacidades de fluidos y lubricantes.....	62
10. IDENTIFICACIÓN DE LA MAQUINARIA PESADA.....	63
11. REFERENCIAS DE ACEITES Y FILTROS.....	64
11.1. FILTROS.....	64
11.2. ACEITES.....	66
12. HOJAS DE VIDA DE LA MAQUINARIA.....	67
12.1. VIBROCOMPACTADORES.....	68
12.1.1. Vibrocompactador 05 05.....	68
12.1.2. Vibrocompactador 05 04.....	70
12.2. BULLDOZER.....	71
12.2.1. Bulldozer 04 20.....	71
12.2.2. Bulldozer 04 21.....	74
12.2.3. Bulldozer 04 23.....	75
12.3. MOTONIVELADORAS.....	77
12.3.1. Motoniveladora 03 16.....	77
12.3.2. Motoniveladora 03 18.....	79
12.3.3. Motoniveladora 03 19.....	80
12.3.4. Motoniveladora 03 25.....	81
12.4. RETROCARGADORES.....	83
12.4.1. Retrocargador 02 16.....	83
12.4.2. Retrocargador 02 17.....	84

12.4.3.	Retrocargador 02 20.....	85
12.4.4.	Retrocargador 02 21.....	87
13.	PLAN DE MANTENIMIENTO.....	89
13.1.	VIBROCOMPACTADOR INGERSOLL RAND SD70D 2007....	89
13.1.1.	Mantenimiento.....	89
13.2.	BULLDOZER NEW HOLLAND D170 2007.....	91
13.2.1.	Mantenimiento.....	92
13.3.	MOTONIVELADORA NEW HOLLAND RG140B 2007	95
13.3.1.	Mantenimiento.....	95
13.4.	RETROCARGADOR NEW HOLLAND B110 Y B95 2007	99
13.4.1.	Mantenimiento.....	99
14.	COSTO DEL MANTENIMIENTO ANUAL.....	104
14.1.	MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS.....	105
14.2.	MANO DE OBRA.....	114
15.	PLAN DE CAPACITACIÓN.....	176
16.	PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO.....	117
16.1.	INDICADORES DE GESTIÓN.....	118
17.	RECOMENDACIONES.....	119
17.1.	MP VERSIÓN 9.....	119
18.	IMPACTO AMBIENTAL.....	121
18.1.	PROGRAMA DE MANEJO DE COMBUSTIBLES, ACEITES USADOS Y MATERIALES PELIGROSOS.....	122
19.	REGISTROS Y SOLICITUDES.....	124
20.	CONCLUSIONES.....	125
	BIBLIOGRAFIA.....	127
	ANEXOS.....	128

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Especificaciones técnicas del motor del Vibrocompactador	59
Cuadro 2. Peso del Vibrocompactador.....	60
Cuadro 3. Referencia llantas.....	60
Cuadro 4. Sistema de dirección.....	61
Cuadro 5. Capacidad de fluidos y lubricantes del Vibrocompactador	62
Cuadro 6. Listado de maquinaria y ubicación	63
Cuadro 7. Referencias de los filtros de la maquinaria.....	64
Cuadro 8. Referencia de los aceites y lubricantes.....	66
Cuadro 9. Mantenimiento a las 10 horas de Vibrocompactador.....	89
Cuadro 10. Mantenimiento a las 50 horas de Vibrocompactador.....	90
Cuadro 11. Mantenimiento a las 500 horas de Vibrocompactador.....	90
Cuadro 12. Mantenimiento a las 1000 horas de Vibrocompactador.....	91
Cuadro 13. Mantenimiento a las 10 horas de Bulldozer.....	92
Cuadro 14. Mantenimiento a las 100 horas de Bulldozer.....	92
Cuadro 15. Mantenimiento a las 250 horas de Bulldozer.....	93
Cuadro 16. Mantenimiento a las 500 horas de Bulldozer.....	93
Cuadro 17. Mantenimiento de las 1000 horas de Bulldozer.....	94
Cuadro 18. Mantenimiento de las 2000 horas de Bulldozer.....	95
Cuadro 19. Mantenimiento de las 10 horas de Motoniveladora.....	95
Cuadro 20. Mantenimiento de las 50 horas de Motoniveladora.....	96
Cuadro 21. Mantenimiento de las 100 horas para Motoniveladora.....	96
Cuadro 22. Mantenimiento de las 250 horas de la Motoniveladora.....	97
Cuadro 23. Mantenimiento de las 500 horas de la Motoniveladora	98
Cuadro 24. Mantenimiento de las 1000 horas de la Motoniveladora.....	98
Cuadro 25. Mantenimiento de las 2000 horas de la Motoniveladora.....	99
Cuadro 26. Mantenimiento de las 10 horas del Retrocargador.....	99

Cuadro 27. Mantenimiento de las 50 horas del Retrocargador.....	100
Cuadro 28. Mantenimiento de las 250 horas del Retrocargador.....	101
Cuadro 29. Mantenimiento de las 500 horas del Retrocargador.....	102
Cuadro 30. Mantenimiento de las 1000 horas del Retrocargador.....	102
Cuadro 31. Mantenimiento de las 2000 horas del Retrocargador.....	103
Cuadro 32. Programación de mantenimiento.....	117

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Costo de operación de la maquinaria.....	50
Tabla 2. Ganancias obtenidas.....	51
Tabla 3. Mantenimientos del Vibrocompactador 05 05 en el 2010.....	69
Tabla 4. Mantenimientos del Vibrocompactador 05 05 en el 2011.....	69
Tabla 5. Mantenimientos del Vibrocompactador 05 04 en el 2010 y 2011	70
Tabla 6. Mantenimientos del Bulldozer 04 20 en el 2010.....	71
Tabla 7. Mantenimientos del Bulldozer 04 20 en el 2011.....	73
Tabla 8. Mantenimientos del Bulldozer 04 21 en el 2010.....	74
Tabla 9. Mantenimientos del Bulldozer 04 21 en el 2011.....	75
Tabla 10. Mantenimientos del Bulldozer 04 23 en el 2010.....	75
Tabla 11. Mantenimientos del Bulldozer 04 23 en el 2010.....	76
Tabla 12. Mantenimientos del Bulldozer 04 23 en el 2011.....	77
Tabla 13. Mantenimientos de la Motoniveladora 03 16 en el 2010.....	77
Tabla 14. Mantenimientos de la Motoniveladora 03 16 en el 2011.....	79
Tabla 15. Mantenimientos de la Motoniveladora 03 18 en el 2010.....	79
Tabla 16. Mantenimientos de la Motoniveladora 03 18 en el 2011.....	80
Tabla 17. Mantenimientos de la Motoniveladora 03 19 en el 2010.....	80
Tabla 18. Mantenimientos de la Motoniveladora 03 25 en el 2010.....	81
Tabla 19. Mantenimientos del Retrocargador 02 16 en el 2010.....	83
Tabla 20. Mantenimientos del Retrocargador 02 17 en el 2010.....	84
Tabla 21. Mantenimientos del Retrocargador 02 20 en el 2010.....	85
Tabla 22. Mantenimientos del Retrocargador 02 21 en el 2010.....	87
Tabla 23. Costo del mantenimiento anual Vibrocompactador.....	104
Tabla 24. Costo del mantenimiento anual Bulldozer.....	106
Tabla 25. Costo del mantenimiento anual Motoniveladora.....	108
Tabla 26. Costo del mantenimiento anual Retrocargador B110.....	110

Tabla 27. Costo del mantenimiento anual Retrocargador B95.....	112
Tabla 28. Costo del mantenimiento al año de la maquinaria.....	114
Tabla 29. Costo mano de obra para el Mantenimiento de la maquinaria...	114

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Evolución del mantenimiento.....	30
Figura 2. Vibrocompactador Ingersoll Rand SD70D 2007.....	58
Figura 3. Ejemplo MP Versión 9.....	120

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. Fichas técnicas de la maquinaria.....	128
ANEXO B. Solicitud de mantenimiento.....	139
ANEXO C. Salidas del carro taller.....	140
ANEXO D. Check List.....	141
ANEXO E. Revisión, mantenimiento y rendimiento diario de la maquinaria.....	145

RESUMEN ESPAÑOL

TÍTULO: ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA PESADA DE LA GOBERNACIÓN DE CASANARE

AUTOR: HÉCTOR RICARDO SANABRIA CANCELADO
HARLEY DAVID HERNÁNDEZ JIMÉNEZ

PALABRAS CLAVES: Plan de mantenimiento, vida útil, falla, programación, registro escrito, lista de chequeo, formatos, hojas de vida.

CONTENIDO: Los planes de mantenimiento buscan y pretenden alargar la vida útil de los equipos interviniéndolos de manera anticipada a las fallas de las piezas.

Por este motivo, en este proyecto se proponen actividades y se dan las bases esenciales para la elaboración de un plan mantenimiento preventivo que ayudará a conservar la maquinaria de la Gobernación de Casanare en un muy buen estado, a un buen costo, y a su vez hará que la maquinaria esté disponible en todo momento para sus labores diarias en servicio de la comunidad ya que un receso de las actividades sería de gran impacto para dichas comunidades.

La elaboración del plan de mantenimiento presentado en este proyecto, se basa en la recolección y análisis de información de la maquinaria partiendo del diagnóstico de la situación actual,, que nos permite diseñar una programación adecuada del mantenimiento y así realizarlo efectivamente.

Para controlar la ejecución del plan de mantenimiento es necesario llevar un registro escrito de las actividades efectuadas sobre la maquinaria y para ello se diseñaran formatos y se harán listas de chequeo para así poder retroalimentar las hojas de vida de la maquinaria pesada (Bulldozer, Motoniveladoras, Retrocargadores y Vibrocompactadores) al servicio de la Gobernación de Casanare.

Proyecto de grado:

Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la gobernación de Casanare.

Facultad de ingenierías físico mecánicas. Escuela de ingeniería mecánica

Director:

Iván Darío Gómez Lozano

ABSTRACT

TITLE: DEVELOPMENT OF PREVENTIVE MAINTENANCE PLAN FOR HEAVY MACHINERY OF GOVERNMENT OF CASANARE

AUTHOR: HÉCTOR RICARDO SANABRIA CANCELADO
HARLEY DAVID HERNÁNDEZ JIMÉNEZ

KEY WORDS: maintenance plan, life, failure, programming, written, checklists, forms, resumes.

CONTENTS: Maintenance plans and intends to seek to extend the useful life of equipment proactively intervening to failure of parts and for this reason that all companies are implementing various types of maintenance to avoid downtime and meet your production target in a timely manner to customer satisfaction.

For this reason, this proposed project activities and provide the essential foundation for the development of a preventive maintenance plan that will preserve the machinery of the government of Casanare in very good condition at a great cost, and in turn will that the machinery is available at all times to their daily work in community service as a break from the activities would be of great impact to those communities.

The development of the maintenance plan presented in this project, based on the collection and analysis of machinery diagnosis based on the current situation that allows us to design an appropriate program of maintenance and do so effectively.

To control the execution of the maintenance plan is necessary to keep a written record of the activities carried out on the machine and it will be designed formats and checklists will be made in order to feed back the resumes of the heavy equipment (bulldozer, grader, Backhoe and Vibro) on behalf of the Governor of Casanare.

Project of Grade:

Development of preventive maintenance plan for the heavy machinery of the government of Casanare.

Faculty of physical-mechanical engineering. School of Mechanical Engineering

Director:

Iván Darío Gómez Lozano

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, todos los sistemas de manufactura, se ven obligados a trabajar de la mano con el mantenimiento mecánico con el fin de obtener mayores tiempos de trabajo y alcanzar mayor productividad y eficiencia en la construcción de un servicio o producto en general. Por ello, este documento lleva a conocer algunas ventajas del mantenimiento al momento de aplicarlo al cuidado de la maquinaria pesada de la Gobernación de Casanare, ya que ésta maquinaria es usada para el trabajo de construcción y mantenimiento de vías y, esto a su vez, beneficia a toda la comunidad Casanareña.

Es indispensable generar métodos que garanticen una larga vida útil de equipos y máquinas, con el fin de ofrecer servicios más duraderos y de alta calidad sin que se afecte de manera significativa el presupuesto, en este caso, el presupuesto departamental.

Es importante señalar que no hay un plan de mantenimiento que anteceda al plan desarrollado en este documento, por lo tanto se tuvo que recoger información en poder de algunos proveedores de repuestos, algunas alcaldías en donde se encontraba trabajando la maquinaria, lo que dificultó la formación de una base de datos para la creación de las hojas de vida de las mismas.

Por otra parte, el presupuesto del que dispone la Gobernación de Casanare, no es el adecuado para la aplicación del plan, por ello, es difícil mantener un stock de repuestos adecuado y es necesario recurrir a veces a mantenimientos correctivos que afectan la perfecta aplicación o puesta en marcha del plan de mantenimiento preventivo, objeto de este proyecto.

1. TÍTULO

Propuesta del plan de mantenimiento preventivo para maquinaria pesada en el banco de maquinaria de Casanare.

2. ANTECEDENTES

La historia de mantenimiento acompaña el desarrollo Técnico-Industrial de la humanidad. Al final del siglo XIX, con la mecanización de las industrias, surgió la necesidad de las primeras reparaciones. Hasta 1914, el mantenimiento tenía importancia secundaria y era ejecutado por el mismo personal de operación o producción.

Con el advenimiento de la primera guerra mundial y de la implantación de la producción en serie, fue instituida por la compañía *Ford-Motor Company*, fabricante de vehículos, las fabricas pasaron a establecer programas mínimos de producción y, en consecuencia, sentir la necesidad de crear equipos de que pudieran efectuar el mantenimiento de las máquinas de la línea de producción en el menor tiempo posible.

Así surgió un órgano subordinado a la operación, cuyo objetivo básico era la ejecución del mantenimiento, hoy conocida como mantenimiento correctivo. Esa situación mantuvo hasta la década del año 30, cuando en función de la segunda guerra mundial, y de la necesidad de aumentar la rapidez de la producción, la alta administración industrial se preocupó, no solo en corregir fallas, sino evitar que estas ocurriesen, y el personal técnico de mantenimiento, pasó a desarrollar el proceso del mantenimiento preventivo, de las averías que, juntamente con la corrosión, completaban el cuadro general de mantenimiento como de la operación o producción.

Por el año de 1950, con el desarrollo de la industria para atender a los esfuerzos de la post-guerra, la evolución de la aviación comercial y de la industria electrónica, los gerentes de mantenimiento observan que, en muchos casos, el tiempo para la producción, para diagnosticar las fallas, era mayor, que la ejecución de la reparación; esto da lugar a seleccionar un equipo de especialistas para componer un órgano de asesoramiento a la producción que se llamó «Ingeniería

de Mantenimiento» y recibió los cargos de planear y controlar el mantenimiento preventivo y analizar causas y efectos de las averías.

A partir de 1966 con el fortalecimiento de las asociaciones nacionales de mantenimiento, creadas al final del periodo anterior, y la sofisticación de los instrumentos de protección y medición, la ingeniería de mantenimiento, pasa a desarrollar criterios de predicción o previsión de fallas, visando la optimización de la actuación de los equipos de ejecución de mantenimiento.

Esos criterios, conocidos como mantenimiento PREDICTIVO O PREVISIVO, fueron asociados a métodos de planeamiento y control de mantenimiento. Como así también hay otros tipos de mantenimiento, de precisión, mantenimiento clase mundial, (pro activo) y hoy mejora continua.

En el año 2009 se desarrolló un diagnóstico de maquinaria pesada, equipo menor y vehículos de transporte para el desarrollo de un plan de mantenimiento en la constructora VC Ltda. En la ciudad de Barrancabermeja, Santander.

Se analizaron, codificaron y diagnosticaron uno a uno los equipos pertenecientes al proceso de mantenimiento de la Constructora VC donde se mostró el estado real de estos, evidenciando la falta de un sistema de mantenimientos tendientes hacia una correcta administración de los mismos.

El sistema de mantenimiento diseñado e implementado en VC, respalda eficientemente la gestión de calidad de la constructora operando bajo adecuados criterios técnicos y económicos, con el fin de responder acertadamente a las necesidades presentes y futuras de la empresa.

Se establecieron y definieron los indicadores requeridos para proporcionar el adecuado control y seguimiento a las actividades de mantenimiento del proceso de equipos, maquinaria y mantenimiento.

Se implementó una metodología para capacitar al nuevo operador apoyado en medios audiovisuales con el fin de que los mantenimientos se efectúen según los

lineamientos establecidos por el proceso de equipos, maquinaria y mantenimiento.¹

Para lograr el objeto del actual proyecto se relaciona a la maquinaria pesada de la Gobernación de Casanare, con un plan de mantenimiento preventivo teniendo en cuenta que antes de la ejecución de este se aplicaba solo mantenimiento correctivo en las máquinas, lo cual ha cambiado debido a la programación de mantenimientos en los sitios donde opera la maquinaria.²

¹ PLATA QUINTERO, Viany Marleivy. Diagnóstico de maquinaria pesada, equipo menor y vehículos de transporte para el desarrollo de un plan de mantenimiento en la Constructora VC Ltda. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga. 2009. 208 p.

² <http://www.mailxmail.com/curso-ingenieria-mantenimiento-hospitalario/historia-mantenimiento>

3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

A nivel nacional el mantenimiento preventivo es una de las herramientas más usadas para retrasar el deterioro de maquinaria y agilizar procesos, aunque cabe resaltar, que la aplicación de este tipo de mantenimiento no siempre es la solución más adecuada, depende del enfoque o de la necesidad que requiera el servicio, para el desarrollo del proyecto es la que más aplica debido a la limitación de recursos que para esta área designa la Secretaria de obras públicas y transportes del Departamento de Casanare.

En ciertos sectores se aplican mantenimientos correctivos debido a que no se protege con anterioridad la vida de la máquina ni se revisan los procesos efectuados por éstas, sin tener en cuenta que este tipo de mantenimientos es obsoleto y no genera ningún beneficio en cuanto a vida útil de la máquina y costos de reparación se refiere. Por este motivo, se deben buscar alternativas que minimicen los correctivos en la maquinaria y una opción es elaborar planes de mantenimiento preventivo con el fin de agilizar procesos.

En la mayoría de empresas o fábricas se manejan estos tipos de mantenimiento sin tener en cuenta un registro, es decir se aplica mantenimiento en el momento en que el desempeño de la maquinaria no es apto o en el momento en que el proceso no genera la misma productividad.

Esta aplicación del mantenimiento mecánico lleva a los daños permanentes en las máquinas y a elevar los costos en el proceso de producción de la fábrica o empresa.

Algunas empresas colombianas no manejan un registro ordenado ni un sistema de aplicación de mantenimiento programado con disciplina y con estricto cumplimiento, por ello es de vital importancia la adaptación de las empresas a planes de mantenimiento capaces de sostener un sistema productivo sin ningún inconveniente.

En el campo de la maquinaria pesada es indispensable manejar planes de mantenimiento, debido a que la maquinaria es de servicio para la comunidad, si una de estas máquinas falla y se tiene que suspender una obra tal como construcción de alguna vía terciaria, las zonas rurales quedarían incomunicadas por un buen tiempo y esto tendría un impacto bastante significativo en las comunidades.

Actualmente se manejan mantenimientos de tipo correctivo llevando a un gran consumo de repuestos para poder atender la demanda de dichos mantenimientos, al no haber una programación de actividades no se puede controlar las necesidades para la ejecución de estas, lo que conlleva al aumento en los costos de mantenimiento por repuestos y sobre tiempo en la mano de obra.

Por ello, se propone la elaboración un plan de mantenimiento preventivo que identifique cuales son las fallas de trabajar con mantenimientos correctivos en este tipo de equipos, su afectación a la comunidad, sus elevados costos, su amplia necesidad de recursos humanos que satisfagan aspectos técnicos y que a su vez eviten que toda esta maquinaria este fuera de servicio por tiempos considerables.

4. JUSTIFICACIÓN

Es necesario empezar a implementar en Colombia planes de mantenimiento que abran puertas a nuevas tecnologías y nuevos planes que mantengan un sistema productivo eficiente y rentable.

Al empezar a implementar planes de mantenimiento preventivos se pretende a largo plazo aplicar planes proactivos o de cuarta generación para aumentar la competencia nacional en vista de mejorar las condiciones de trabajo y la disponibilidad de la maquinaria al momento de iniciar una obra y que la realización de estas sea más rápida.

Por este motivo es necesario implementar planes de mantenimiento que en realidad satisfagan las exigencias de los procesos en donde interviene la maquinaria.

La opción más viable debido a presupuesto es realizar un plan de mantenimiento preventivo cuya aplicación beneficie a ciertas máquinas en este caso a la maquinaria pesada de la Gobernación de Casanare, teniendo en cuenta que se debe llevar un registro de intervenciones y un histórico de operación de la máquina para poder diseñar de manera correcta el plan de mantenimiento preventivo para su debida aplicación.

Al realizar un plan de mantenimiento preventivo, es necesario determinar un stock de repuestos y determinar el costo del mantenimiento a un año, el recurso humano necesario, las ventajas derivadas de su aplicación y los beneficios obtenidos al cambiar los correctivos por mantenimiento programados para dividir el presupuesto de manera adecuada y aplicar de manera correcta dicho plan.

La propuesta del Plan de mantenimiento preventivo tiene como fin manejar de manera adecuada un registro ordenado y un sistema de aplicación de mantenimiento programado con disciplina y con estricto cumplimiento, por ello es importante lograr que el banco de maquinaria de Casanare adopte técnicas de mejoramiento en su departamento de Mantenimiento y cambie su filosofía hacia la

organización y mejora continua de toda la base de datos estructurada en este proyecto, para adaptarse con facilidad a la demanda de las comunidades y así elevar el número de beneficiados por la construcción de vías terciarias en el Departamento de Casanare.

Es necesario aclarar que al momento de implementar el plan de mantenimiento propuesto en el proyecto aumentara la disponibilidad de la maquinaria, beneficiando la intervención de vías terciarias en el departamento reflejándose en un mayor número de kilómetros construidos y mantenidos a un menor costo para el departamento.

5. OBJETIVOS

A continuación se presenta el objetivo general con el fin de visualizar el contenido y los objetivos específicos para demarcar el alcance del proyecto:

5.1 OBJETIVO GENERAL

Proponer un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la gobernación de Casanare.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Efectuar un diagnóstico de las condiciones actuales de mantenimiento, determinando sus fortalezas y debilidades, para definir las prioridades del proyecto (Presupuesto, Talento humano, repuestos, programación y planeación de mantenimiento propuesto).
- Estructurar la documentación existente de la maquinaria, para la creación de las hojas de los equipos operantes y críticos, bajo norma técnica 14224.
- Generar y proponer una programación de mantenimiento teniendo en cuenta: repuestos, talento humano, costos, niveles de mantenimiento, frecuencia, que permita estimar las actividades de Mantenimiento a un año con sus respectivos indicadores de gestión.
- Proponer indicadores de gestión, con el fin de garantizar la trazabilidad y control del plan de mantenimiento propuesto.
- Establecer la proyección de los costos del plan de Mantenimiento propuesto para identificar las ventajas y desventajas de su futura implementación.

6. DELIMITACIÓN DEL PROYECTO

El autor de este proyecto se compromete a elaborar un plan de mantenimiento preventivo y hojas de vida de la maquinaria pesada de la Gobernación de Casanare y a llevar un registro escrito de todo lo relacionado a operación de las máquinas para la correcta elaboración y ejecución de dicho plan.

Una de las limitaciones presentes en la recolección de información y formación de base de datos es el presupuesto para realizar los viajes al sitio de trabajo de las máquinas, ya que estas no se encuentran en el casco urbano del departamento de Casanare.

Otra limitación es la información guardada por las alcaldías del departamento en las cuales recae la responsabilidad y propiedad de la maquinaria, esto dificulta la ejecución del proyecto ya que no es suministrada la información necesaria y completa de la compra o adquisición de repuestos o suministros de las máquinas.

En cuanto a aplicaciones futuras el plan de mantenimiento se limita al campo de acción y presupuesto del banco de maquinaria, y a la disponibilidad de repuestos o condiciones del stock.

Con el ánimo de fortalecer la información de cada máquina se pretende acceder a los manuales de operación y catálogos suministrados por el fabricante al momento de la compra, de no existir dichos catálogos o manuales se analizará la posibilidad de obtener una copia con el proveedor.

7. MARCO TEÓRICO

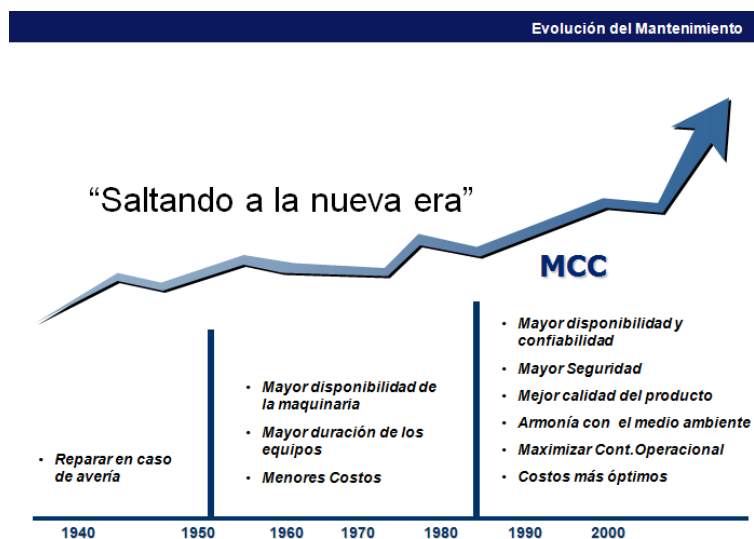
Es necesario aclarar algunos conceptos relacionados con el proyecto, dichos conceptos se mencionan a continuación:

7.1. MANTENIMIENTO MECÁNICO

Al empezar de hablar de mantenimiento es vital introducir el tema de producción, ya que el cliente interno e inmediato de mantenimiento es producción. Por esta razón es relevante proponer el tema durante la historia del mantenimiento.

Básicamente podríamos hablar de tres períodos o épocas productivas de la humanidad en los últimos dos siglos si de la industria hablamos; no con la certeza de especificar un año en particular, pero si con la seguridad que en ese tiempo, han ocurrido fenómenos o precedentes que marcan diferencias para resaltar, épocas de los cuales nombraríamos:

Figura 1
Evolución del mantenimiento



Fuente: Seminario Internacional de RCM, EAFIT 2005

Años atrás (dos siglos), existía de una forma de producción, de tal manera que se producía artículos de consumo de primera necesidad además de alimentos, por tal razón se habla de la “Producción Artesanal”: Donde hacemos referencia a los años anteriores al año 1850, época donde se destaca la producción donde la mano de obra resaltaba por ser un proceso en gran parte artesanal, implicaba el uso de herramientas básicas manuales, hornos, telares y otros. La facilidad de adquisición de las materias primas de dichos procesos era adquirida según la zona geográfica del sector productivo. Por lo tanto la llamada “época artesanal” aunque no existiera la producción como hoy se conoce, no significa que no existiera en esta época.

Los artículos fabricados en ese entonces, simplemente se basaban en necesidades primordiales para la subsistencia, fuera y muy lejos de pensar en el consumismo.

Posteriormente se habla de época de la producción. Ésta época es la que tuvo un mayor impacto a nivel mundial, debido a amplio y acelerado crecimiento, que a la vez ha sido marcado drásticamente por eventos como: guerras, impactos ecológicos, sociales y culturales. Del año 1850 al 1975. Durante estos años se comienza a tomar en cuenta la producción en serie de diversos productos, la industrialización se toma como concepto fundamental.

Ésta época se caracteriza por tener en funcionamiento equipos y maquinaria robusta, netamente mecánica, de materiales poco tecnificados, de igual manera la cantidad de personal requerida es numerosa y poco calificada.

Indudablemente el evento más impactante a nivel mundial dentro de estos años; es la segunda guerra mundial. Hecho que golpeó severamente a países como Francia, Japón, Alemania, Inglaterra entre otros. Hasta los años treinta (30’S), el mantenimiento de estos equipos era netamente correctivo, y las teorías de fallas de los equipos se consideraban totalmente impredecibles.

Debido a la situación social y económica en la que los países implicados en la segunda guerra habían quedado, y al ver la necesidad de reiniciar la actividad económica con los pocos recursos que la guerra les dejó. Se comienza a hablar de mantenimiento preventivo, por lo tanto se inician las teorías de conservación y mantenimiento de equipos para prolongar su vida útil y reducir los costos de mantenimiento, se comienza a notar por el mismo afán de de conservación, que los elementos tienen un comportamiento rutinario y secuencial (concepto de la Vida útil).

Nueva Época: Después de los años 1975, acontecen eventos que impactan de forma social y económica las actividades normales en el sector industrial: La crisis petrolera de los años setenta (70'S), La contaminación ambiental generada en gran parte por la industrialización desmedida, la introducción abrupta de Computadores, nuevas tecnologías de producción, bloques económicos, globalización, normalización de la producción. Estos eventos obligan al mantenimiento a acoplarse a los nuevos y consecutivos cambios del sector industrial. Es así como el mantenimiento, como otras áreas de la ingeniería se han visto obligadas a mejorar continuamente, para ofrecer a los productos una calidad que mantenga la competitividad del mercado.

Viéndolo desde el punto de vista empresa (por departamentos) Mantenimiento es y será siempre un apoyo para producción, pero producción depende de lo que genere Ventas y Ventas depende del comportamiento del mercado (consumidores).

Hoy en día debido a los nuevos modelos y acontecimientos económicos, se requiere que todo sector productivo sea:

- Flexible: Para que posea la facilidad de cambiar o variar los productos lo más pronto posible dependiendo del mercado actual.
- Físicamente pequeño. Las plantas pequeñas, son más fáciles de controlar y mantener por costo.

- Altamente Productivo. Se requiere que las plantas produzcan grandes cantidades o volúmenes de producto.
- Al mejor Costo. Con la ayuda e la tecnología los sistemas pueden llegar a ser tal vez costoso en cuanto adquisición, pero económico en operación.
- Poco personal. Las grandes cantidades de personal, llegan a ser difíciles de controlar y la eficiencia del sistema productivo se hace poco sostenible.
- Innovador. Constantemente salen nuevos productos al mercado obligando a constantemente para ser competitivos.

Al preguntarse qué tiene que ver mantenimiento con los sistemas productivos o económicos, la respuesta es TODO, ya que él es el responsable de facilitar la confiabilidad y disponibilidad de los equipos para que puedan cumplir las metas en el mercado.³

7.1.1. Conceptos básicos del mantenimiento

Mantenimiento preventivo: es la forma o las actividades que se ejecutan en un equipo para conservarlo como activo y siga cumpliendo la función por la cual fue diseñado.

No es difícil observar y darse cuenta que todo elemento, sistema o mecanismo tiene una época o un tiempo en el cual cumple su función, ese momento ocurrió cuando los mantenedores de los equipos, aquellos que operaban máquinas después de segunda guerra mundial, notaron que estos duraban un cierto tiempo sin fallar; y esto se repetía de forma cíclica, por tal razón se habla desde ese momento que todo elemento tiene una vida útil.

Al hablar de los conceptos básicos de mantenimiento, es indispensable afirmar que hoy en día el objetivo principal es mantener la función del equipo,

³ Ing. GÓMEZ LOZANO, Iván Darío. Introducción al mantenimiento estratégico. Bogotá, Colombia, Agosto de 2006

anteriormente se le daba más importancia al equipo como activo, pero hoy en día con los modelos productivos actuales del mundo, lo que prima es la función que cumple el equipo dentro del sistema productivo.

Debido a que los sistemas productivos son cada vez más complejos, se requiere pensar una forma de evaluar y considerar el grado de confianza que el equipo pueda brindar, es decir que se entra a hablar de confiabilidad: es decir la posibilidad que un equipo falle durante un tiempo determinado. De la misma manera se habla de que tan fácil en cuanto a: tiempo, repuestos y tiempos de intervención requiere un equipo, de esta manera se habla de mantenibilidad.

Antes de entrar en el tema específico de mantenimiento, es necesario aclarar y establecer términos técnicos comúnmente usados en este campo, basados en el vocabulario de esta materia.⁴

7.1.1.1. Catálogos y fichas técnicas

Todo equipo o maquinaria nueva debe poseer un catálogo hecho o diseñado por el fabricante o ensamblador. Éste elemento es vital para comenzar a estructurar y dar cuerpo al plan de mantenimiento, ya que de ahí se responderá a inquietudes técnicas. Este documento trae la información técnica: Potencia, Alimentación, Instalación, Arranque, Repuestos sugerido, es información que realmente es importante para organizar el mantenimiento de los equipos.

⁴ Ing. GÓMEZ LOZANO, Iván Darío. Introducción al mantenimiento estratégico. Bogotá, Colombia, Agosto de 2006

7.1.1.2. Niveles de mantenimiento

En mantenimiento así como en otras actividades de la ingeniería, se requiere priorizar y categorizar las intervenciones para así darle un manejo a las programaciones de mantenimiento. Por tal razón se requiere hablar de tres niveles de mantenimiento (1, 2 y 3). Que son los niveles de mantenimiento básicos manejados actualmente, existen autores que los conocen como (A, B y C), pero en esencia poseen el mismo concepto:

- **Mantenimiento nivel 1:** No existe mejor conocedor de un equipo que su propio usuario, por tal razón el usuario u operador, puede dar información valiosa para el mantenimiento ya que conoce las condiciones normales de funcionamiento. Bajo esas condiciones y con cierto entrenamiento; el operador puede realizar de forma veraz y precisa intervenciones de mantenimiento básicas como: limpieza, calibración, inspección, algunos recambios y medición de componentes y controles del equipo; son actividades que no requieren capacitación avanzada.
- **Mantenimiento nivel 2:** Es conveniente tener en la planta o empresa una o más personas capacitadas en diferentes áreas de mantenimiento (dependiendo de los requerimientos de los equipos), este personal es el encargado de efectuar los mantenimientos programados, donde se requieren conocimientos técnicos. Estas labores deben ser ejecutadas por personal calificado perteneciente a la empresa, y bajo programación del responsable del departamento o dependencia de mantenimiento.
- **Mantenimiento nivel 3:** Este tipo de intervenciones no son o no deberían ser frecuentes por su alto costo, pero en cierto tipo de equipos se requieren. Estas actividades son efectuadas por personal externo a la empresa altamente calificado y capacitado, en actividades específicas. Existen actividades de mantenimiento para equipos de alta complejidad o alto conocimiento en temas específicos. Como: Calderas, *PLC*, *Shiller* o sistemas automatizados, estas actividades no pueden ser ejecutadas por

personal de la empresa, sino debe ser contratado externamente. El nivel (3) tres de mantenimiento se usa también para montajes o instalaciones especiales. No se debe descartar la posibilidad de capacitar a los técnicos en nivel dos (2), para bajar los costos de mantenimiento especializado.⁵

7.1.2. Tipos de mantenimiento

7.1.2.1. Mantenimiento correctivo

El mantenimiento como toda actividad que ha estado obligada a perfeccionarse a través del tiempo, posee una fase inicial, es el caso del “Mantenimiento Correctivo”. Se habla inicialmente de actividades de mantenimiento correctivo, en las cuales ya se establece la necesidad de crear puestos de trabajo para cubrir estas necesidades, específicamente para mantenimiento (Correctivo), por lo tanto se establecen de igual forma procedimientos para efectuar esta actividad.

Al no existir el mantenimiento como una actividad metódica de trabajo, y al no tener la filosofía de predecir o programar los posibles daños, las actividades de mantenimiento se centraban en ejecutar intervenciones solo cuando existía una falla que interrumpiera parcial o totalmente una operación.

Al conceptualizar el mantenimiento correctivo, se podría decir que es la actividad que se ejecuta solo y únicamente cuando existe una falla, que interrumpe o modifica las condiciones normales de funcionamiento de un equipo, sistema o máquina.

Después de la segunda guerra mundial, los países que intervinieron en éste evento, como era de esperarse, económicamente estaban lisiados. Por lo tanto se vio la necesidad de crear formas o planes de conservación de maquinaria.

⁵ Ing. GÓMEZ LOZANO, Iván Darío. Introducción al mantenimiento estratégico. Bogotá, Colombia, Agosto de 2006

- Ventajas, desventajas y sus consecuencias: Hablar de ventajas del mantenimiento Correctivo; es poco lo que se puede decir, debido a que las actividades de correctivos son impredecibles: no es posible saber que repuesto, que talento humano ni qué tiempo se va a requerir; para volver a poner en marcha el equipo. Por otro lado, es inevitable pensar que las fallas que ocasionan los correctivos, no influyen en el desgaste acelerado, descalibración y por lo tanto en la vida útil de piezas aledañas pertenecientes a mismo sistema de la pieza que ocasionó el correctivo.

Los mantenimientos correctivos son un evento que nunca se podrá evitar, ni siquiera en las empresas donde tienen las mejores estrategias de mantenimiento en el mundo, aunque su índice de correctivos sea muy pequeño. Pero si es totalmente claro que el fin de todo mantenimiento estratégico, es reducir los Correctivos a cifras mínimas tendientes a cero por ciento (0%), este es el criterio de la “mejora continua”.

En la actualidad existen plantas de producción con planes o estrategias de mantenimiento con índices de mantenimiento sorprendentemente bajos en correctivos, esto gracias a la dedicación, disciplina y direccionamiento estratégico que se le ha dado al departamento en mantenimiento. Esto no implica que las actividades correctivas desaparezcan por completo, son reducidas a su mínima expresión, pero en cualquier caso, deben existir planes de contingencia, procedimientos y presupuesto para posibles correctivos que puedan presentarse. Esto debido a que son muchas las variables que pueden ocasionarlos: Calidad de repuesto, condiciones de operación, alimentación del equipo, operación y mantenimientos ejecutados.⁶

⁶ Ing. GÓMEZ LOZANO, Iván Darío. Introducción al mantenimiento estratégico. Bogotá, Colombia, Agosto de 2006

7.1.2.2. Mantenimiento preventivo

Después de la segunda guerra mundial, al ver los pocos recursos que quedaron para reiniciar la producción, se comienzan a montar formas y métodos para prevenir fallas de operación de los equipos o máquinas. Para así implementar la conservación de los recursos actuales al más bajo costo.

A través del tiempo se determinan conceptos tan básicos como la vida útil de las piezas. Por tal razón se habla en ese momento de la programación de mantenimiento.

Llegado el caso en que una empresa no tenga implementado un plan de mantenimiento, y si se quiere llegar a implementar un mantenimiento predictivo u otra estrategia más avanzada, es totalmente indispensable pasar por este punto; el primer paso es crear el mantenimiento preventivo para crear los parámetros y estándares de mantenimiento y operación.

A raíz de los cambios mundiales a nivel industrial, todas las carreras, especialización y oficios se han tenido que volcar en la posibilidad o necesidad de enfocar sus actividades hacia el mantenimiento. Eso involucra cambio radical en la planta de todo el personal, sin excepción alguna.

Es evidente el cambio que ha experimentado todo el país, eso implicó un cambio en su sistema de producción, se han venido creando nuevas estrategias de producción basadas en mantenimiento.

Se podría decir que mantenimiento es la forma de sostener y mantener un conjunto de equipos y operaciones en óptimas condiciones de limpieza, orden, inspección, revisión y mejoras de tal manera que ofrezcan un servicio de alta calidad y eficiencia y que a la vez brinden rentabilidad a su empresa.

A nivel industrial se tienen grandes agentes y condiciones de operación que se han vuelto enemigas de la producción eficiente. Podríamos mencionar factores externos tales como mugre, impurezas de materias primas, temperaturas altas de producción, químicos, abrasivos y otros, por otro lado se deben tener en cuenta

también los factores internos tales como corrosión de líquidos internos de equipos, efectos de cavitación, vibraciones de los equipos durante funcionamiento o malas calibraciones de los mismos que reducen la efectividad y calidad del proceso de producción.

Hoy en día se debe tener en cuenta factores de mucho interés para llegar a ser competitivos, se debe pensar en reducir costos de operación, reducir paradas innecesarias de producción, siempre manteniendo la calidad del producto final.

El mantenimiento preventivo se fundamenta en programar actividades de mantenimiento teniendo en cuenta la vida útil de las piezas y condiciones de uso. Consiste en efectuar intervenciones de calibración, medición, limpieza o cambio de elementos, momentos antes de que ésta falle o cumpla su vida útil.

El mantenimiento preventivo se basa en la información suministrada por el fabricante, considerando las condiciones actuales de funcionamiento, ya que éste debe detallar las condiciones normales de uso y su calibración, procedimientos y sobre todo las frecuencias de las intervenciones de mantenimiento, previendo el desgaste normal de operación.⁷

a) Ventajas del mantenimiento preventivo

Son muchas las ventajas del mantenimiento preventivo, como en toda actividad profesional la organización es herramienta fundamental para obtener grandes resultados. La documentación y registro de las actividades pueden ofrecer datos que ilustren sobre el comportamiento regular de una operación, la programación de gastos para así determinar un presupuesto para el departamento; da a lugar a una regulación de gastos y costos, estas ventajas pueden ser:

⁷ Ing. GÓMEZ LOZANO, Iván Darío. Introducción al mantenimiento estratégico. Bogotá, Colombia, Agosto de 2006

- Como parte esencial de cualquier actividad profesional, la organización de actividades se hace primordial en el momento de la programación de actividades de mantenimiento.
- Toda dependencia cuenta con cierto presupuesto anual para desarrollar las actividades regulares. Por tal razón, es imposible pensar en un presupuesto para mantenimiento si no es posible programar las actividades, basadas en mantenimiento preventivo, ya que de esta manera es posible, establecer y programar los gastos a futuro, inclusive es factible tener un porcentaje estimado o calculado para correctivos, basado en la información estadística.
- Como fin único del mantenimiento preventivo y principal, es prolongar la vida útil de los equipos, ya que representan además de activo para la empresa, una herramienta de trabajo que genera de forma directa una rentabilidad por su uso.
- Establecer estándares o estadísticas de funcionamiento según los históricos de mantenimiento, para así priorizar actividades que muestren anomalías.
- Control de gastos y costos de operación del departamento de mantenimiento.
- Hojas de vida de los equipos de la planta para la conservación de históricos.
- Apoyo al departamento de producción en cuanto a respaldo operacional, acorde a los niveles de producción.

Dentro de las consideraciones del mantenimiento preventivo, el presupuesto del departamento es bastante importante, como toda dependencia, de él depende su

productividad y sostenimiento económico, la gráfica siguiente ilustra de manera efectiva la relación que existe entre el costo de mantenimiento y los beneficios.⁸

b) Formación de un plan de mantenimiento

Para formar un plan de mantenimiento preventivo es necesario tener en cuenta aspectos operacionales y condiciones de funcionamiento, son parámetros que ajustan los procedimientos y ayudan la exactitud de las intervenciones:

- **ESTUDIO DE CONDICIONES ACTUALES:** Hace referencia a entender y estudiar las condiciones de funcionamiento de los equipos involucrados, datos como: cantidad de equipos, número de personal de producción y mantenimiento, horarios de producción, ambientes de trabajo de equipos y áreas determinadas para actividades de mantenimiento.
- **RECOPIACION DE INFORMACIÓN TECNICA:** El paso más importante en cuanto información, es la recopilación de información de los equipos. En este paso se requiere tener catálogos, fichas técnicas y cualquier otra información similar de ellos, que nos indiquen las condiciones normales de funcionamiento, datos generales del equipo, tipo de alimentación, capacidad, potencia, medidas, repuestos sugeridos por el fabricante.
- **CREACIÓN O REORGANIZACIÓN DE LA HOJAS DE VIDA:** Con la información recopilada de los equipos y máquinas, se requiere crear las hojas de vida de cada uno de los equipos. Esta información incluye: Frecuencia, datos generales, repuestos, actividades, niveles de mantenimiento y otros.
- **PROGRAMACIÓN DE INTERVENCIONES:** La buena programación de mantenimiento viene de la calidad de información de las hojas de vida de los equipos, ya que de ahí depende: la programación de las actividades de todo el personal de mantenimiento, las horas disponibles para

⁸ Ing. GÓMEZ LOZANO, Iván Darío. Introducción al mantenimiento estratégico. Bogotá, Colombia, Agosto de 2006

intervenciones de mantenimiento, tiempo requerido, repuestos que se usarán, y por ende los gastos que requieran estas actividades, según los fabricantes.

- **STOCK DE REPUESTOS:** Es claro que después de haber definido la programación de mantenimiento, ya se sabrá de antemano cuantos repuestos serán requeridos para poder cumplir con lo programado a un término fijo. Las hojas de vida especificarán las referencias de los repuestos y las cantidades requeridas, por tal razón es posible establecer un presupuesto para dicha programación. Por otro lado si es posible se necesitaría estimar por estadística, los repuestos requeridos por mantenimiento correctivos.
- **DETERMINACIÓN DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO:** De acuerdo con la cantidad de actividades (Preventivos y Correctivos), turnos de la empresa, actividades a realizar y perfil requerido según la tecnología de los equipos, es necesario definir el Talento Humano (TH).
- **EQUIPOS DE SERVICIO Y SOPORTE PARA MANTENIMIENTO:** Además de los repuestos requeridos para cumplir las actividades de mantenimiento, se necesita establecer que equipos y herramientas se requieren para apoyar estas actividades. Estos equipos de soporte deben cumplir con las normas y especificaciones dadas por el fabricante.
- **DISEÑO Y CREACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN:** Sin importar que el sistema de información creado para la empresa sea manual o digital, definir los conductos regulares, formatos, Índices de gestión, registro y control de documentación.
- **CAPACITACIÓN A TALENTO HUMANO:** A través del tiempo se ha demostrado el constante cambio y evolución de la tecnología, eso obliga al empresario a crear planes periódicos de capacitación, para que el técnico en mantenimiento tenga plena capacidad de ejecutar sus actividades.

- **ESTUDIO DE IMPACTO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO:** Hasta el punto anteriormente nombrado, ha sido trabajo de planeación de mantenimiento, hasta ahora no sea hecho ningún cambio o implementación en este tema. Por tal razón es bien sugerido estudiar todas las variables propuestas antes de entrar a implementar, esta sugerencia radica en que todo cambio en la actividades regulares de un empresa, representan un impacto que a su medida creará cambios o reacciones en otras dependencias, el resultado de este punto dará a conocer el cronograma, procedimiento, ajustes y metodología que se deba ejecutar para causar el menor choque administrativo y operativo.
- **CALCULO DEL PRESUPUESTO:** Indiscutiblemente todo cambio técnico - administrativo en cualquier empresa representará de una u otra forma una inversión de tiempo y dinero. Por tal razón y después de evaluar los puntos anteriores, ya es posible calcular los gastos y costos causados por el plan de mantenimiento.
- **IMPACTO AMBIENTAL:** Es indiscutible que todo cambio en planta de producción; donde está involucrada maquinaria, de una u otra forma, crea un impacto ambiental: Químicos, procedimientos, desechos, etc. El estudio consiste no, solo en certificar que los cambios efectuados en mantenimiento aseguran el medio ambiente si no la operación normal de los equipos sea adecuada.
- **CRONOGRAMA DE AJUSTE Y/O IMPLEMENTACIÓN:** Dependiendo de las circunstancias y situación de la empresa en la cual se trabaja, se requiere establecer un cronograma para el ajuste o implementación del mantenimiento preventivo.
- **INICIO DE AJUSTE ORGANIZACIONAL O IMPLEMENTACIÓN:** Ya teniendo creado la planeación estratégica, procedimiento y metas a seguir, programar los métodos para la ejecución del cronograma.

- **RETROALIMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO:** Con el fin de efectuar una retroalimentación de los trabajos efectuados hasta el momento, crear un método por el cual se evalúen los resultados de la implementación o ajustes de Mantenimiento preventivo, con ayuda del sistema de información, índices de gestión. Presupuesto. Todo esto para apuntar a efectuar la teoría de la mejora continua.⁹

7.1.2.3. Mantenimiento predictivo

Este tipo de mantenimiento es el llamado de tercera generación, esto debido a que llegó el momento en que el mantenimiento preventivo mostraba resultados positivos, pero se percibía una diferencia en los comportamientos operacionales de los equipos.

Haciendo una analogía para el caso: Suponiendo que se adquieren dos automóviles (Camperos) nuevos con las mismas características técnicas (Marca, modelo, potencia, capacidad, etc.), cada uno de estos equipos, trabajarán bajo condiciones diferentes. El vehículo uno: trabaja en rutas desde la ciudad hasta la una finca, efectúa este recorrido con alguna frecuencia semanal. El vehículo dos: es usado en la ciudad y muy pocas veces es sacado de la ciudad.

Teniendo los dos vehículos el mismo kilometraje, se generan interrogantes para los dos casos:

- ¿El vehículo cumple la función para lo cual es diseñado?
- ¿El vehículo está siendo subutilizado?
- ¿Cuál tendrá mayor vida útil?
- ¿Importa usar menor potencia en un equipo cualquiera?
- ¿Las condiciones de operación influyen en el comportamiento del equipo?

⁹ Ing. GÓMEZ LOZANO, Iván Darío. Introducción al mantenimiento estratégico. Bogotá, Colombia, Agosto de 2006

En ninguna de las anteriores preguntas se encontrará una respuesta igual para los dos equipos. Pasa exactamente lo mismo en los equipos de producción que operan en un sistema productivo.

Deben considerarse las condiciones de diseño, instalación, operación y configuración dentro del proceso, para recalcular o reprogramar las actividades de mantenimiento.

El mantenimiento preventivo, se basa únicamente efectuar intervenciones de: cambio, medición, calibración, limpieza, verificación e inspección, sólo cuando se estima que la vida útil está por terminar. Por lo tanto en el mantenimiento predictivo, se reconsideran variables de operación para:

- Reprogramar actividades de mantenimiento según el análisis por condición.
- Controlar las variables de funcionamiento, como:
 - Temperatura
 - Vibración
 - Lubricación
 - Corrosión
 - Estructura
 - Uniones (inspección visual)
- Ventajas: Son muchas las ventajas que brinda el mantenimiento predictivo a los equipos, entre esas podría nombrarse:
 - Control de la eficiencia y eficacia de la función del equipo para cumplir una tarea determinada
 - Detección de malos montajes o acoplamientos de los sistemas.
 - Posibilidad de mejora y optimización de las funciones del equipo.
 - Prolongación de la vida útil de los equipos.

- o Posibilidad de recalcular el Stock de alta rotación.

Los costos de la implementación del mantenimiento predictivo, son lógicamente algo costosos además de la necesidad de dedicar tiempo adicional a las actividades programadas, debido a que se requiere: Herramientas, equipos de análisis por condición, tiempo de los técnicos e ingeniero de mantenimiento. Pero las ganancias de este procedimiento se van reflejadas a mediano y largo plazo con el aumento de la confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad de los equipos, que no es comparable con los beneficios y utilidades económicos de la producción debida a la fiabilidad del sistema productivo.¹⁰

7.1.2.4. Mantenimientos proactivos o de cuarta generación

Después de haber tratado el tema de los mantenimientos predictivos, se hace necesario entrar a evaluar los mantenimientos estratégicos que son apoyados a la vez de los mantenimientos predictivos.

Hoy en día en común encontrar sistemas productivos altamente complejos, no solo por su nivel tecnológico, si no por los requerimientos de volúmenes de producción tan altos (característica común de la época actual), las plantas necesitan ser lo más pequeñas posibles con un máximo de rendimiento y eficiencia.

Existen plantas de producción con gran cantidad de equipos; ejemplo: PDVSA, ECOPETROL, QUALA, BAVARIA entre otras, donde su principal centro económico es vender gran cantidad al mejor precio, eso implica que cualquier parada en una de sus líneas de producción; impacta en una crisis operacional con consecuencias económicas considerables. Por otro punto de vista, pueden existir plantas de producción no muy grandes pero de la misma manera poseen equipos de muy alto costo y que a la vez tienen una gran importancia dentro de su sistema productivo.

¹⁰ Ing. GÓMEZ LOZANO, Iván Darío. Introducción al mantenimiento estratégico. Bogotá, Colombia, Agosto de 2006

Por las razones anteriormente nombradas, se hace necesario pensar estratégicamente; en una solución que garantice confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad en los equipos. En ningún caso se ha pensado en no utilizar los equipos de análisis por condición, al contrario, sirven de gran apoyo estratégico para el mantenimiento proactivo o de “Cuarta Generación”.

Como se dijo en el primer capítulo de este libro, después de la segunda guerra mundial, el mantenimiento ha tenido un crecimiento y avance considerable, los líderes en el tema de Mantenimientos Estratégicos lo siguen teniendo los pensadores Japoneses, sin desmeritar en ningún momento los aportes que han hecho otros países como: Estados Unidos, Alemania, Italia entre otros.

Parte del valioso resultado que se ha adquirido en este avance tecnológico ha sido: MCC (RCM, Mantenimiento Centrado en Confiabilidad), *Just in Time* (Justo a Tiempo), 5'S (las cinco eses), TPM (Mantenimiento Total productivo), donde de forma interesante, se unen los esfuerzos de producción y mantenimiento como un solo equipo para una misma causa... “Eficiencia”.

Mantenimiento centrado en confiabilidad

El RCM en los últimos años ha tomado gran impulso, como resultado de la muestra de los grandes beneficios que se han adquirido de los sistemas productivos que lo han adoptado.

El RCM nace de la industria aeroespacial, en los años cincuenta (50'S), se requería que los equipos y naves que efectuarlas misiones especiales, tuvieran la garantía de tener una operación sin fallas durante un tiempo determinado. De tal manera que se piensa en un término que vendría a ser la justificación total de esta estrategia: Confiabilidad.

La confiabilidad se define como la garantía que se obtiene de un equipo para que opere y cumpla sin fallas en un tiempo determinado. Por lo anterior se hace énfasis en que el mantenimiento estratégico se basa en la función del equipo más no en la preservación del equipo como se piensa en mantenimientos anteriores.

Se demoró tiempo en llegar a perfeccionar una estrategia tan compleja, pero se ha llegado a tal punto, que el RCM ha demostrado su capacidad de mejoramiento continuo a mediano y largo plazo en cualquier sistema productivo que lo requiera.

La implementación del RCM requiere una inversión de tiempo y presupuesto considerable, de tal manera que se requiere a entrar a evaluar los equipos que tienen mayor importancia. De esa manera se inicia con el primer criterio del RCM que es la categorización o clasificación de un equipo de acuerdo con su criticidad dentro del sistema productivo.

Todo plan estratégico para que garantice su éxito, requiere el absoluto apoyo y respaldo de todas las dependencias de la empresa, esto en ningún momento es algo que le competa única y exclusivamente de Mantenimiento. Por lo tanto el primer paso para la implementación del RCM, es conformar el grupo interdisciplinario con representantes de todas las dependencias, y que lógicamente sean conocedores del sistema productivo.¹¹

¹¹ Ing. GÓMEZ LOZANO, Iván Darío. Introducción al mantenimiento estratégico. Bogotá, Colombia, Agosto de 2006

8. DIAGNÓSTICO Y SITUACIÓN ACTUAL DE LA MAQUINARIA

A continuación se presenta la justificación para la aplicación del plan por medio del diagnóstico de las máquinas y su costo de operación diario.

8.1. HISTÓRICOS

Sin una debida programación de mantenimiento, cada alcaldía del departamento suministra los repuestos de las máquinas al momento en que éstas fallan. Esto es lo que más dificulta la recolección de información para la elaboración de las hojas de vida.

Para realizar dichas hojas de vida, es necesario investigar con los inspectores de vías nombrados por las alcaldías y buscar las facturas de compra de los repuestos instalados en las máquinas, todo esto con el respaldo de las Secretarías de Obra de cada municipio.

Una vez recogida esta información se procede a la realización de las hojas de vida y a determinar cuántos días de trabajo se pierden por no tener una programación y una intervención adecuada en la máquina.

Actualmente la maquinaria se encuentra operando en las zonas rurales del departamento. Su operación es óptima, pero el frente de trabajo no cuenta con una programación adecuada de mantenimiento, lo que obliga al operador a parar el trabajo de campo por motivo de reparación de la máquina.

8.2. JUSTIFICACIÓN FINANCIERA

La obtención de repuestos puede demorar alrededor de dos semanas debido a que sin una oportuna programación de mantenimiento no se pueden adquirir los repuestos necesarios para reparar las máquinas. Además de esto, la Gobernación de Casanare que es la encargada de suministrar el presupuesto, no justifica el

pedido de repuestos en periodos cortos, es decir que no permiten que se hagan cambios de aceite o de cualquier repuesto de una semana a otra.

Por ello es necesario identificar los mantenimientos que se deben realizar y analizar el costo de estos a un tiempo bastante prudente, en éste caso se realizará el estudio de presupuesto identificando el costo de mantenimientos a un año para evitar complicaciones en lo referente a disponibilidad de repuestos y así evitar parar las máquinas por el mismo motivo.

La situación actual nos lleva a obtener pérdidas de dinero en la construcción de vías debido al tiempo fuera de operación. A continuación veremos a cuanto equivalen dichas pérdidas por día fuera de servicio de una máquina incluyendo el salario del operador de la misma; con esta relación veremos que tan importante y cuanto se gana aplicando un plan de mantenimiento preventivo.

Tabla 1
Costo de operación de la maquinaria

ITEM	MÁQUINA	VALOR HORA	HORAS TRABAJADAS	VALOR OPERADOR POR HORA	TOTAL
1	Vibrocompactador	\$ 60.000	8	\$ 5.000	\$ 520.000
2	Bulldozer	\$ 105.000	8	\$ 5.000	\$ 880.000
3	Motoniveladora	\$ 80.000	8	\$ 5.000	\$ 680.000
4	Retrocargador	\$ 80.000	8	\$ 5.000	\$ 680.000
			TOTAL TRABAJO DIARIO EN VIA		\$ 2.760.000

Fuente: Autores del proyecto. 2011

Estas cifras representan el costo del trabajo diario de las máquinas.

Con la aplicación del plan de mantenimiento se pueden ganar en trabajo alrededor de quince días de trabajo, debido a que los repuestos se encuentran disponibles y los tiempos de operación se incrementan al no forzar la máquina con los repuestos trabajados hasta su falla, es decir que cambiando los repuestos oportunamente se pueden trabajar más días sin que se presenten falla y solo cesarían actividades el día que este programado el mantenimiento.

La siguiente tabla nos indica la ganancia en 15 días de operación; éste tiempo es el que se obtiene de operación con la aplicación del plan de mantenimiento preventivo:

Tabla 2
Ganancias obtenidas

TOTAL DE TRABAJO DIARIO	\$ 2.760.000
DIAS DE TRABAJO	15
GANANCIAS OBTENIDAS	\$ 41.400.000

Fuente: Autores del proyecto. 2011

8.3. TALENTO HUMANO

Actualmente en el banco de maquinaria de la Gobernación de Casanare, el personal es seleccionado de acuerdo a la necesidad del mantenimiento, si es el caso y se necesita un eléctrico, éste se contrata dependiendo de la exigencia del momento y se escoge el mejor perfil, no técnico, sino económico; de ésta manera se castiga la eficiencia de la máquina pero no la economía del departamento.

Dada ésta situación, se ofrece un mantenimiento correctivo, que además de precario es obsoleto y deja en evidencia las desventajas del mismo y la mala calidad del servicio entregado a la comunidad.

Las grandes desventajas obtenidas en este caso son:

- Contratación no planificada
- Ausencia de históricos
- Cese de actividades por falta de repuestos
- Manejo inapropiado de recursos y de personal
- Deficiencia y ausencia de presupuesto

Todas estas desventajas, son las que llevan a que el departamento de mantenimiento no satisfaga las necesidades que exige el sistema productivo de la Secretaria de Obras Públicas y Transporte del Departamento de Casanare.

Por este motivo, la parte de talento humano presenta falencias en cuanto a contratación de personal calificado y eficiente, y de este problema se derivan el resto de inconvenientes que hacen que todas las áreas de trabajo del Banco de maquinaria de la Gobernación no trabajen de manera adecuada.

En ésta parte de talento humano es necesario evaluar el costo de hora por hombre y el valor que éste implica mensualmente en la actualidad, por tanto se calcula la capacidad de talento humano:

$$CD_{th} = \# \text{ hr / técnico} * \# \text{ técnicos / turno} * \# \text{ turno / día} = XX \text{ hr / Día} \quad Ec (1)$$

$$\# \text{ Hr / técnico} = 8$$

$$\# \text{ Técnicos / turno} = 1$$

$$\# \text{ Turno / día} = 1$$

$$CD_{th} = 8 * 1 * 1 = 8 \text{ hr / día}$$

El valor de la hora es de \$5000 m/cte, por lo tanto:

$$CD_{th} = 8 \text{ hr / día} * \$5000 / \text{hr} = \$40000 / \text{día} \quad Ec (2)$$

Al realizar dicho indicador se puede determinar que personal se requiere en mantenimiento y ver si la distribución de carga horaria es la adecuada y ajustarla según se necesite.

8.4. GESTIÓN DE REPUESTOS Y PRESUPUESTO

En el banco de maquinaria de la gobernación de Casanare no existe actualmente una gestión de repuestos que se rijan de una programación de mantenimiento. El retraso en la gestión de repuestos genera fallas en la distribución del presupuesto, es decir, que, haciendo el mantenimiento de ésta manera se afecta el pedido de dinero a la parte contable DDP (departamento de distribución presupuestal) de la Gobernación de Casanare, causando así cierta desconfianza en la administración de recursos asignados para el mantenimiento de las máquinas.

Por otro lado, sin una gestión de repuestos adecuada y adaptada a una programación no es posible identificar las exigencias propias de las máquinas, por ello, la maquinaria permanece constantemente quieta, generando pérdidas y afectando de manera directa a la comunidad quien en realidad es la que goza del servicio prestado por la maquinaria.

Cuando se habla de presupuesto, se debe especificar que para este caso el servicio es ofrecido a la comunidad y por tanto éste no autoabastece de manera directa al banco de maquinaria y por ello se deben hacer solicitudes de presupuesto a la dependencia nombrada anteriormente, teniendo en cuenta que dicha solicitud debe satisfacer las necesidades de las máquinas durante un periodo de tiempo considerable; acá es donde interviene de manera oportuna y directa el mantenimiento mecánico.

Se dice que el mantenimiento interviene en este momento debido a que este es quien propone una programación de todo lo relacionado con el funcionamiento de la maquinaria y de dicha programación depende el presupuesto de todo el banco de maquinaria.

8.5. PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO

La programación de mantenimiento no se hace presente en ningún momento en el banco de maquinaria de la Gobernación de Casanare, desde hace varios años y actualmente lo único que se sabe de mantenimiento es que la maquinaria debe ser reparada al momento de fallar sin preservar la vida de la misma y alargar su operatividad.

Al aplicar un plan de mantenimiento prácticamente nace el banco de maquinaria ya que no existía dicho término en el sitio de trabajo.

Si no existe una programación, el presupuesto nunca va a ser suficiente y como es de suponer cosas tan mínimas pero que a su vez significan levante en el presupuesto como los consumos e insumos nunca se hacen presentes afectando de manera directa la suficiencia del presupuesto legando a parar las actividades, perjudicando pueblos y veredas enteras logrando así un descontento total en la comunidad.

Es necesario hablar de la contratación externa al momento de hablar de una programación de mantenimiento. Al tener una programación de mantenimiento se puede predecir cuándo es necesaria la contratación de técnicos especializados y por tanto planificar el presupuesto para el momento de realizarla.

Con esto ganamos tiempo, dinero y efectividad en la aplicación del trabajo de los técnicos especializados porque al planificar esta visitas podemos dar un diagnóstico que hace que el técnico gane tiempo en identificar el problema y ahorramos horas de trabajo de los especialistas que como es de entender éste trabajo es bastante oneroso.

8.6. CONCLUSIONES

La realización del diagnóstico es de vital importancia debido a que de éste se derivan las soluciones que se van a dar a los diferentes problemas manejados actualmente en el mantenimiento.

En el análisis del diagnóstico se logra determinar que en el banco de maquinaria no se aplica ningún concepto de mantenimiento y por ende lo que se busca es minimizar el riesgo de daño en la máquina e incrementar las ganancias.

Es esencial plantear lo que antecede la realización de un plan de mantenimiento, todos los parámetros demarcados en éste capítulo señalan la problemática existente en la actualidad en el departamento de mantenimiento del banco de maquinaria de la Gobernación de Casanare. Una vez identificados este tipo de inconvenientes ya citados es más fácil plantear directrices que nos lleven a engranar los trabajos de cada uno de los frentes de trabajo en búsqueda de soluciones posibles y reales.

Todas las soluciones a los problemas presentes se hacen visibles con el manejo de una programación de mantenimiento.

A partir de ésta programación se solucionan la mayoría de inconvenientes tanto económicos como técnicos y operativos.

Se debe citar en todo momento la parte presupuestal del caso, debido a que para la mejora de esto es que se trabaja y de ello depende básicamente la ejecución de cualquier actividad.

Cabe aclarar que el presupuesto es la base de toda empresa y mantenimiento precisamente trabaja para optimizar actividades, mejorar la operación de las máquinas y conseguir mayor disponibilidad de las mismas.

Retomando, la programación de mantenimiento se establece el perfil del personal que debe ser seleccionado para la intervención de las máquinas y también se puede hacer una gestión de repuestos adecuada para lograr incrementar la calidad en el trabajo y el tiempo de entrega del servicio, beneficiando a las comunidades de Casanare.

Si se habla de ganancias es necesario realizar el estudio de qué personal se requiere, qué existe actualmente y qué beneficio se obtiene si se aumenta el # técnicos / día, # técnicos / turno o # turnos / día ya que el costo se puede elevar pero disminuyo el tiempo de intervención en los mantenimientos obteniendo así una ganancia, representada de la siguiente manera:

A manera de ejemplo se puede crear el siguiente escenario:

CD th = \$40.000 / día

A futuro es necesario incrementar el # de Técnicos / turno a 2, por tanto:

CD th = \$80.000 / día

Se puede ver reflejado que el costo se incrementa, pero si actualmente mantenimiento demora la intervención 5 días a futuro solo se demoraría 3 días la intervención y así se obtiene:

Según la tabla 2: el valor diario de operación de la maquinaria es \$2.760.000

Si la intervención se demora 5 días el costo es de: \$13.800.000

Aplicando las mejoras en el número de técnicos se obtiene un costo de: \$8.280.000, y así se genera un beneficio comparando de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \text{Ganancia} &= \$13.600.000 - \$8.280.000 \\ &= \$5.320.000 \end{aligned}$$

Adicional a esto la mano de obra representa un costo por técnico para 5 días de \$ 200.000 y con 2 técnicos en 3 días representa \$ 240.000; aunque se ve un aumento en el costo de Mano de Obra no es significativo con respecto a la ganancia obtenida por la disponibilidad de la maquina.

Este valor es la ganancia obtenida solo con aumentar 1 técnico cada turno, por ello es indispensable replantear la cantidad de personal y concluir que el personal bien distribuido es la base para que un sistema productivo cumpla a cabalidad su función.

Todos estos beneficios son garantizados si se manejan armónicamente todos los aspectos relacionados con talento humano, gestión de repuestos y presupuesto y lo más importante la programación de mantenimiento.

Cabe recomendar que la ganancia obtenida anteriormente puede aliviar la carga presupuestal dada por el consumo y el insumo del plan de mantenimiento.

9. FICHAS TÉCNICAS DE LA MAQUINARIA

Las siguientes son las características técnicas de cada máquina, objeto del proyecto:

9.1. VIBROCOMPACTADOR INGERSOLL RAND SD70D 2007

Figura 2

Vibrocompactador Ingersoll Rand SD70D 2007



Fuente: Manual de operación, Ingersoll Rand. 2007

9.1.1. Motor

Cuadro 1
Especificaciones técnicas del motor del Vibrocompactador

Modelo standard (Diesel).....	Cummins B 4.5-T
Cilindros.....	4
Aceite.....	10.4 Litros (11 Quartos)
Tipo de Poder a 2200 Rpm.....	74Kw (99HP), (305Lb-Ft)
Maximo Torque a 1500 Rpm.....	413.5 N-m (305Lb-Ft)
Tipo de Limpieza de Aire.....	Seco – Doble etapa
Sistema de encendido.....	12 Voltios
Sistema de Enfriamiento.....	Liquido Refrigerante

Fuente: Manual de operación Vibrocompactador. Ingersoll Rand. 2007

9.1.2. Peso de la máquina

Cuadro 2
Peso del Vibrocompactador

Peso de la Máquina.....	7143 Kg (15750Lb)
Peso del Tambor.....	3583 Kg (7850 Lb)

Fuente: Manual de operación Vibrocompactador. Ingersoll Rand. 2007

9.1.3. Llantas

Cuadro 3
Referencia llantas

Tipo de Llanta.....	14.9 x 24-6 PR R3
Presión de la Llanta.....	1.1 Bar (16Psi)

Fuente: Manual de operación Vibrocompactador. Ingersoll Rand. 2007

9.1.4. Dirección

Cuadro 4
Sistema de dirección del Vibrocompactador

Diseño	Articulacion de Centro Punto
Tipo de Sistema.....	Doble función
Sistema de Control.....	Hidraulico
Ángulo de Articulación.....	(+/-) 38 Grados
Ángulo de Oscilación de Tambor.....	(+/-) 17 Grados
Sistema de manejo.....	Hidráulico
Velocidad Alta de Viaje.....	0 – 14.5 Km/hr
Velocidad Baja de Viaje.....	0 – 6.6 Km/hr

Fuente: Manual de operación Vibrocompactador. Ingersoll Rand. 2007

9.1.5. Capacidad de fluidos y lubricantes

Cuadro 5
Capacidades de fluidos y lubricantes del Vibrocompactador

ITEM	DESCRIPCIÓN	CAPACIDAD (Litros)	CAPACIDAD (Galones)
1	Combustible	178	47
2	Aceite Hidraulico	84	22
3	Aceite de Motor	10.5	2.75
4	Enfriador del Motor	16.6	4.35

Fuente: Autores del proyecto. 2011

Las fichas técnicas de las demás maquinas se pueden ver en el Anexo A.

10. IDENTIFICACIÓN DE LA MAQUINARIA PESADA

A continuación, en el Cuadro 6, se puede ver la ubicación de la maquinaria en el departamento, además de su modelo y su número interno:

Cuadro 6
Listado de maquinaria y ubicación

ITEM	DESCRIPCIÓN	MODELO	NÚMERO INTERNO	UBICACIÓN
1	Vibrocompactador Ingersoll Rand	2007	05 04	Sabanalarga
2	Vibrocompactador Ingersoll Rand	2007	05 05	Maní
3	Bulldozer New Holland D170	2007	04 20	Chameza
4	Bulldozer New Holland D170	2007	04 21	Tauramena
5	Bulldozer New Holland D170	2007	04 23	Sabanalarga
6	Motoniveladora New Holland RG140B	2007	03 16	Sabanalarga
7	Motoniveladora New Holland RG140B	2007	03 18	Monterrey
8	Motoniveladora New Holland RG140B	2007	03 19	Tauramena
9	Motoniveladora New Holland RG140B	2007	03 25	Villanueva
10	Retrocargador New Holland B110	2007	02 16	Maní
11	Retrocargador New Holland BB95	2007	02 17	Villanueva
12	Retrocargador New Holland B110	2007	02 20	Monterrey
13	Retrocargador New Holland B110	2007	02 21	Sabanalarga

Fuente: Autores del proyecto. 2011

11. REFERENCIAS DE ACEITES Y FILTROS

Los filtros y aceites son provistos al taller de acuerdo a las referencias exigidas; las referencias de los filtros se ven en el cuadro 7 y la de los aceites en el cuadro 8 citados a continuación.

11.1. FILTROS

Cuadro 7
Referencias de los filtros de la maquinaria

ITEM	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA
VIBROCOMPACTADOR INGERSOLL RAND SD70		
1	Filtro aceite de motor	59728170
2	Filtro de combustible	71100722
3	Filtro de línea de combustible	54477161
4	Filtro de aire primario	87438249
5	Filtro de aire secundario	87682999
6	Filtro aceite hidráulico	43922400
7	Filtro combustible secunda	59728196
BULLDOZER NEW HOLLAND D170		
8	Filtro aire primario motor	71102718
9	Filtro aire secundario motor	71102717
10	Filtro aceite de motor	71101955
11	Filtro de combustible sellado	71101915

12	Filtro de combustible separador	71101919
13	Filtro hidráulico	75213131
14	Filtro tanque hidráulico	73124631
15	Filtro de transmisión	75201515
MOTONIVELADORA NEW HOLLAND RG 140		
16	Filtro aire primario motor	71102717
17	Filtro aire secundario motor	71102718
18	Filtro aceite de motor	86597476
19	Filtro de combustible sellado	71100722
20	Filtro de combustible separador	87803192
21	Filtro hidráulico	75254360
22	Filtro hidráulico piloto	75289018
23	Filtro hidráulico <i>strainer</i>	75238119
24	Filtro hidráulico de transmisión	73162722
RETROEXCAVADORA NEW HOLLAND B110		
25	Filtro aceite de motor	87803260
26	Filtro aire primario motor	87438249
27	Filtro aire secundario motor	87682999
28	Filtro combustible	87803197
29	Filtro separador de agua	87802332
30	Filtro hidráulico	85817004
31	Filtro hidráulico transmisión	86989733

RETROEXCAVADORA NEW HOLLAND B95		
32	Filtro aceite de motor	87803260
33	Filtro aire primario motor	87438249
34	Filtro aire secundario motor	87682999
35	Filtro de combustible	47135706
36	Filtro hidráulico transmisión	85817004
37	Filtro hidráulico	86989733

Fuente: Autores del proyecto. 2011

11.2. ACEITES

Cuadro 8
Referencia de los aceites y lubricantes

ITEM	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA
1	ACEITE MAXTER 15W40 X 55GAL	15W40
2	TRANSTER 140 X1/5(7+7 1/5)	140
3	TRANSTER 90 X1/5(13+1/5)	90
4	GRASA CHASIS , CUÑETE 16 kg	MULTIPROPOSITO
5	ACEITE HIDRAULICO 68X1/55GAL	68

Fuente: Autores del proyecto. 2011

12. HOJAS DE VIDA DE LA MAQUINARIA

Las hojas de vida de las máquinas son el instrumento más importante al momento de elaborar un plan de mantenimiento, de ellas depende el tiempo en el que la maquina exige el cambio de algún repuesto.

Para la elaboración de cualquier plan de mantenimiento se deben tener en cuenta los últimos cambios de repuesto y esa información se refleja en las hojas de vida.

El análisis de las hojas de vida nos determina la periodicidad de cambios de algún repuesto, nos demarca que repuesto es más factible a cambio y nos permite intervenir este a tiempo.

La información que se verá a continuación son todos aquellos repuestos y mantenimientos que se hicieron en las máquinas desde el año 2010 hasta Marzo de 2011. Se puede identificar que el mantenimiento que se hace en la maquinaria de la gobernación tiene bastantes falencias y no corresponde a lo enmarcado por un plan de mantenimiento preventivo.

A continuación se muestran las respectivas hojas de vida de las maquinas identificadas para este proyecto.

12.1. VIBROCOMPACTADORES

12.1.1. Vibrocompactador 05 05

Tabla 3

Mantenimientos del Vibrocompactador 05 05 en el 2010

2010				
MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
FECHA	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO (\$)	VALOR TOTAL (\$)
01/10/2010	1	FILTRO HIDRÁULICO	86.100,00	86.100,00
01/10/2010	1	FILTRO TRAMPA		
01/10/2010	1	FILTRO LÍNEA COMBUSTIBLE	52.000,00	52.000,00
01/10/2010	1	FILTRO ACEITE	23.764,00	23.764,00
01/10/2010	1	FILTRO COMBUSTIBLE	54.243,00	54.243,00
01/10/2010	1	FILTRO AIRE PRIMARIO	110.237,00	110.237,00
01/10/2010	1	FILTRO AIRE SECUNDARIO	97.178,00	97.178,00
TOTAL			\$ 423.522,00	
REPARACIONES MAYORES				
FECHA	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	VR. UNIT	VR. TOTAL
05/07/2010		LUCES	280.000,00	280.000,00
08/08/2010		CAMBIO SELENOIDE	600.000,00	600.000,00
TOTAL			\$ 880.000,00	

Fuente: Autores del proyecto. 2011

Tabla 4
Mantenimientos del Vibrocompactador 05 05 en el 2011

2011				
MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS				
FECHA	CANT	DESCRIPCIÓN	VR. UNIT	VR. TOTAL
17/03/2011	1	FILTRO ACEITE MOTOR	\$ 55.660,00	\$ 55.660,00
17/03/2011	1	FILTRO COMBUSTIBLE	\$ 112.886,00	\$ 112.886,00
17/03/2011	1	FILTRO LINEA COMBUSTIBLE	\$ 52.335,00	\$ 52.335,00
17/03/2011	1	FILTRO AIRE PRIMARIO	\$ 192.906,00	\$ 192.906,00
17/03/2011	1	FILTRO AIRE SECUNDARIO	\$ 161.881,00	\$ 161.881,00
17/03/2011	1	FILTRO ACEITE HIDRÁULICO	\$ 294.792,00	\$ 294.792,00
17/03/2011	1	FILTRO COMBUSTIBLE SECUNDARIO	\$ 59.862,00	\$ 59.862,00
			TOTAL	\$ 930.322,00
REPARACIONES MAYORES				
FECHA	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO (\$)	VALOR TOTAL (\$)
12/02/2011	1	BOMBIN (BOMBA AUXILIAR)	120.000,00	120.000,00
			TOTAL	120.000,00

Fuente: Autores del proyecto. 2011

12.1.2. Vibrocompactador 05 04

Tabla 5

Mantenimientos del Vibrocompactador 05 04 en el 2010 y 2011

2010				
MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS				
FECHA	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO (\$)	VALOR TOTAL (\$)
25/09/2010	1	CAMBIO ACEITE MOTOR	235.071,00	235.071,00
			TOTAL	235.071,00
REPARACIONES MAYORES				
FECHA	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO (\$)	VALOR TOTAL (\$)
01/02/2010	1 JUEGO	JUEGO DE CUCHILLAS CATERPILLAR	300.000,00	300.000,00
			TOTAL	300.000,00
PERIODO: ENERO A MARZO DE 2011				
MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS				
FECHA	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO (\$)	VALOR TOTAL (\$)
19/01/2011	1	FILTRO AIRE		

		PRIMARIO	258.100,00	258.100,00
19/01/2011	1	FILTRO AIRE SECUNDARIO	243.100,00	243.100,00
			TOTAL	501.200,00

Fuente: Autores del proyecto. 2011

12.2. BULLDOZER

12.2.1. Bulldozer 04 20

Tabla 6
Mantenimientos del Bulldozer 04 20 en el 2010

2010				
MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS				
FECHA	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO (\$)	VALOR TOTAL (\$)
09/09/2010	5 GALONES	CAMBIO ACEITE MOTOR	53.363,00	266.815,00
09/09/2010	1	FILTRO DE COMBUSTIBLE	230.100,00	230.100,00
09/09/2010	1	FILTRO ACEITE	240.570,00	240.570,00
19/09/2010	1	ALTERNADOR BOSCH	803.736,00	803.736,00
19/09/2010	1	FILTRO DE TRANSMISIÓN	1.632.000,00	1.632.000,00

19/09/2010	1	FILTRO ACEITE MOTOR	240.570,00	240.570,00
19/09/2010	1	FILTRO COMBUSTIBLE	230.100,00	230.100,00
19/09/2010	1	FILTRO HIDRÁULICO	755.100,00	755.100,00
			TOTAL	\$ 4.398.991,00
REPARACIONES MAYORES				
FECHA	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	VR. UNIT	VR. TOTAL
19/09/2010		MONTAR ALTERNADOR	900.000,00	900.000,00
24/10/2010	1	JUEGO ESQUINERAS	326.738,00	326.738,00
24/10/2010	12	TORNILLOS ESQUINERAS	7.000,00	84.000,00
24/10/2010	32	TORNILLOS ZAPATA CON TUERCA	6.852,00	219.264,00
				\$ 1.530.002,00

Fuente: Autores del proyecto. 2011

Tabla 7
Mantenimientos del Bulldozer 04 20 en el 2011

04-20 PERIODO: ENERO A MARZO DE 2011				
MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS				
FECHA	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	VR. UNIT	VR. TOTAL
19/01/2011	1	FILTRO AIRE PRIMARIO	258.100,00	258.100,00
19/01/2011	1	FILTRO AIRE SECUNDARIO	243.100,00	243.100,00
			TOTAL	501.200,00
ABRIL A MAYO DE 2011				
REPARACIONES MAYORES				
FECHA	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO (\$)	VALOR TOTAL (\$)
25/04/2011	1	JUEGO DE ESQUINERAS	300.000,00	300.000,00
			TOTAL	\$ 300.000,00

Fuente: Autores del proyecto. 2011

12.2.2. Bulldozer 04 21

Tabla 8
Mantenimientos del Bulldozer 04 21 en el 2010

MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS				
FECHA	CANT.	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO (\$)	VALOR TOTAL (\$)
29/04/2010	1	FILTRO AIRE PRIMARIO	255.100,00	255.100,00
29/04/2010	1	FILTRO AIRE SECUNDARIO	275.100,00	275.100,00
29/04/2010	1	FILTRO COMBUSTIBLE	230.100,00	230.100,00
29/04/2010	1	FILTRO HIDRÁULICO	755.100,00	755.100,00
29/07/2010	1	FILTRO AIRE PRIMARIO	255.100,00	255.100,00
29/07/2010	1	FILTRO AIRE SECUNDARIO	275.100,00	275.100,00
29/07/2010	1	FILTRO COMBUSTIBLE	230.100,00	230.100,00
29/07/2010	1	FILTRO HIDRÁULICO	755.100,00	755.100,00
25/09/2010	5 GALONES	CAMBIO ACEITE MOTOR	53.363,00	266.815,00
			TOTAL	\$ 3.297.615,00
REPARACIONES MAYORES				
FECHA	CANT.	DESCRIPCIÓN	VALOR	VALOR TOTAL

			UNITARIO (\$)	(\$)
25/09/2010	1	BOMBA DE AGUA	755.600,00	755.600,00
			TOTAL	\$ 755.600,00

Fuente: Autores del proyecto. 2011

Tabla 9
Mantenimientos del Bulldozer 04 21 en el 2011

2011				
MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS				
FECHA	CANT.	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL (\$)
25/01/2011	5	CAMBIO ACEITE	71.632,00	358.160,00
			TOTAL	\$ 358.100

Fuente: Autores del Proyecto. 2011

12.2.3. Bulldozer 04 23

Tabla 10
Mantenimientos del Bulldozer 04 23 en el 2010

2010				
MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS				
FECHA	CANT.	DESCRIPCIÓN	VR. UNIT	VR. TOTAL
09/07/2010	1	FILTRO DE ACEITE	240570,00	240570,00
05/11/2010	1	FILTRO DE COMBUSTIBLE	230100,00	230100,00

05/11/2010	1	FILTRO DE TRAMPA	190000,00	190000,00
07/11/2010	1	FILTRO DE ACEITE	53363,00	53363,00
			TOTAL	\$ 714.033,00

Fuente: Autores del proyecto. 2011

Tabla 11
Mantenimientos del Bulldozer 04 23 en el 2011

PERIODO: ENERO A MARZO DE 2011				
MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS				
FECHA	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO (\$)	VALOR TOTAL (\$)
02/03/2011	1	FILTRO DE AIRE PRIMARIO	255.100,00	255.100,00
02/03/2011	1	FILTRO DE AIRE SECUNDARIO	275.100,00	275.100,00
02/03/2011	1	FILTRO DE ACEITE	240.570,00	240.570,00
30/03/2011	1	FILTRO ACEITE	240.570,00	240.570,00
			TOTAL	\$ 1.011.340,00

Fuente: Autores del proyecto. 2011

Tabla 12
Mantenimientos del Bulldozer 04 23 en el 2011

JUNIO DE 2011				
MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS				
FECHA	CANT	DESCRIPCIÓN	VR. UNIT	VR. TOTAL
19/02/2011	1	FILTRO HIDRÁULICO	\$ 124.510,00	\$ 124.510,00
19/02/2011	1	FILTRO TANQUE HIDRÁULICO	\$ 1.454.841,00	\$ 1.454.841,00
19/02/2011	1	FILTRO TRANSMISIÓN	\$ 1.855.350,00	\$ 1.855.350,00
			TOTAL	\$ 3.434.701,00

Fuente: Autores del proyecto. 2011

12.3. MOTONIVELADORAS

12.3.1. Motoniveladora 03 16

Tabla 13
Mantenimientos de la Motoniveladora 03 16 en el 2010

2010				
MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS				
FECHA	CANT.	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO (\$)	VALOR TOTAL (\$)
28/04/10	1	FILTRO ACEITE	97.000,00	97.000,00

28/04/10	1	FILTRO AIRE PRIMARIO	258.100,00	258.100,00
28/04/10	1	FILTRO AIRE SECUNDARIO	243.100,00	243.100,00
28/04/10	1	FILTRO COMBUSTIBLE SELLADO	83.900,00	83.900,00
28/04/10	1	FILTRO PARA SERVO	116.000,00	116.000,00
28/04/10	1	FILTRO STRAINER	232.144,00	232.144,00
28/04/10	1	FILTRO PILOTO	315.100,00	315.100,00
28/04/10	1	FILTRO HIDRAULICO	713.100,00	713.100,00
28/04/10	1	FILTRO HIDRAULICO	713.100,00	713.100,00
15/09/2010	5 GALONES	CAMBIO ACEITE MOTOR	53.363,00	266.815,00
15/09/2010	1	FILTRO ACEITE	97.000,00	97.000,00
15/09/2010	1	FILTRO COMBUSTIBLE	76.100,00	76.100,00
25/09/2010		CAMBIO ACEITE MOTOR	53.363,00	53.363,00
			TOTAL	\$ 3.264.822,00
REPARACIONES MAYORES				
FECHA	CANT.	DESCRIPCIÓN	VR. UNIT	VR. TOTAL
04/11/2010	1	JUEGO SOBRESQUINERAS	400.000,00	400.000,00
			TOTAL	\$ 400.000,00

Fuente: Autores del proyecto. 2011

Tabla 14
Mantenimientos de la Motoniveladora 03 16 en el 2011

2011				
REPARACIONES MAYORES				
FECHA	CANT	DESCRIPCIÓN	VR. UNIT	VR. TOTAL
18/03/2011	1	JUEGO CUCHILLAS	\$	\$
18/03/2011	1	JUEGO SOBRESQUINERAS	1.170.000,00	1.170.000,00
18/03/2011	6	TORNILLOS LARGOS CON TUERCA	\$ 12.000,00	\$ 72.000,00
				\$ 1.242.000,00

Fuente: Autores del proyecto. 2011

12.3.2. Motoniveladora 03 18

Tabla 15
Mantenimientos de la Motoniveladora 03 18 en el 2010

2010				
REPARACIONES MAYORES				
FECHA	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	VR. UNIT (\$)	VR. TOTAL (\$)
29/02/10	2	JUEGOS SOBRESQUINERAS CON TORNILLERIA	427.000,00	427.000,00
			TOTAL	\$ 427.000,00

Fuente: Autores del proyecto. 2011

Tabla 16
Mantenimientos de la Motoniveladora 03 18 en el 2011

2011				
MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS				
FECHA	CANT	DESCRIPCIÓN	VR. UNIT	VR. TOTAL
10/02/2011	1	FILTRO ACEITE	\$ 64.185,00	\$ 64.185,00
10/02/2011	1	FILTRO TRAMPA	\$ 132.861,00	\$ 132.861,00
			TOTAL	\$ 197.046,00

Fuente: Autores del proyecto. 2011

12.3.3. Motoniveladora 03 19

Tabla 17
Mantenimientos de la Motoniveladora 03 19 en el 2010

2010				
MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS				
FECHA	CANT.	DESCRIPCIÓN	VR. UNIT	VR. TOTAL
02/09/2010	1	FILTRO HIDRAULICO	\$ 713.100,00	\$ 713.100,00
			TOTAL	\$ 713.100,00

REPARACIONES MAYORES				
FECHA	CANT.	DESCRIPCIÓN	VR. UNIT	VR. TOTAL
25/02/2010	1 JUEGO	JUEGO DE CUCHILLAS	\$ 300.000,00	\$ 300.000,00
25/02/2010	4	TORNILLOS SOBRE ESQUINERAS CON TUERCAS	\$ 15.600,00	\$ 62.400,00
03/03/2010	1 JUEGO	CUCHILLAS	\$ 300.000,00	\$ 300.000,00
27/11/2010	1 JUEGO	SOBRESQUINERAS	\$ 350.000,00	\$ 350.000,00
27/11/2010	6	TORNILLOS CON TUERCAS	\$ 6.000,00	\$ 36.000,00
			TOTAL	\$ 1.048.400,00

Fuente: Autores del proyecto. 2011

12.3.4. Motoniveladora 03 25

Tabla 18

Mantenimientos de la Motoniveladora 03 25 en el 2010

2010				
MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS				
FECHA	CANT.	DESCRIPCIÓN	VR. UNIT	VR. TOTAL
23/04/10	1	FILTRO ACEITE	\$ 97.000,00	\$ 97.000,00
23/04/10	1	FILTRO AIRE PRIMARIO	\$ 258.100,00	\$ 258.100,00

23/04/10	1	FILTRO AIRE SECUNDARIO	\$ 243.100,00	\$ 243.100,00
23/04/10	1	FILTRO COMBUSTIBLE SELLADO	\$ 83.900,00	\$ 83.900,00
23/06/10	1	FILTRO PARA SERVO	\$ 116.000,00	\$ 116.000,00
23/06/10	1	FILTRO STAINER	\$ 295.100,00	\$ 295.100,00
				\$ 1.093.200,00
REPARACIONES MAYORES				
FECHA	CANT.	DESCRIPCIÓN	VR. UNIT	VR. TOTAL
03/03/10	1JUEGO	CUCHILLAS	\$ 300.000,00	\$ 300.000,00
05/03/10	2	SOBRE ESQUINERAS	\$ 300.000,00	\$ 600.000,00
05/03/10	10	TORNILLOS SOBRE ESQUINERAS CON TUERCA	\$ 15.600,00	\$ 156.000,00
			TOTAL	\$ 1.056.000,00

Fuente: Autores del proyecto. 2011

12.4. RETROCARGADORES

12.4.1. Retrocargador 02 16

Tabla 19
Mantenimientos del Retrocargador 02 16 en el 2010

2010				
MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS				
FECHA	CANT.	DESCRIPCIÓN	VR. UNIT	VR. TOTAL
06/05/10	1	FILTRO COMBUSTIBLE	\$ 175.100,00	\$ 175.100,00
06/05/10	1	FILTRO COMBUSTIBLE SEPARADOR DE AGUA	\$ 117.100,00	\$ 117.100,00
12/05/10	1	FILTRO ACEITE	\$ 264.219,00	\$ 264.219,00
04/08/2010	1	FILTRO AIRE PRIMARIO	\$ 187.360,00	\$ 187.360,00
04/08/2010	1	FILTRO AIRE SECUNDARIO	\$ 104.100,00	\$ 104.100,00
04/08/2010	1	FILTRO COMBUSTIBLE	\$ 175.100,00	\$ 175.100,00
04/08/2010	1	FILTRO COMBUSTIBLE SEPARADOR DE AGUA	\$ 175.100,00	\$ 175.100,00
04/08/2010	1	FILTRO ACEITE	\$ 264.219,00	\$ 264.219,00
06/10/2010	1	FILTRO COMBUSTIBLE	\$ 175.100,00	\$ 175.100,00
			TOTAL	\$ 1.472.979,00

REPARACIONES MAYORES				
FECHA	CANT.	DESCRIPCIÓN	VR. UNIT	VR. TOTAL
12/05/10	4	DIENTES BALDE	\$ 300.000,00	\$ 1.200.000,00
12/05/10	2	TORNILLOS Y PINES	\$ 900.000,00	\$ 1.800.000,00
			TOTAL	\$ 3.000.000,00

Fuente: Autores del proyecto. 2011

12.4.2. Retrocargador 02 17

Tabla 20

Mantenimientos del Retrocargador 02 17 en el 2010

2010				
MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS				
FECHA	CANT.	DESCRIPCIÓN	VR. UNIT	VR. TOTAL
23/04/10	1	FILTRO HIDRÁULICO	\$ 480.100,00	\$ 480.100,00
21/07/10	1	FILTRO AIRE PRIMARIO	\$ 187.360,00	\$ 187.360,00
21/07/10	1	FILTRO AIRE SECUNDARIO	\$ 104.100,00	\$ 104.100,00
21/07/10	1	FILTRO COMBUSTIBLE	\$ 175.100,00	\$ 175.100,00
21/07/10	1	FILTRO HIDRÁULICO	\$ 480.100,00	\$ 480.100,00
21/07/10	1	FILTRO DE	\$	\$

		ACEITE	264.219,00	264.219,00
			TOTAL	\$ 1.690.979,00
REPARACIONES MAYORES				
FECHA	CANT.	DESCRIPCIÓN	VR. UNIT	VR. TOTAL
13/04/10	4	DIENTES BALDES	\$ 300.000,00	\$ 300.000,00
			TOTAL	\$ 300.000,00

Fuente: Autores del proyecto. 2011

12.4.3. Retrocargador 02 20

Tabla 21
Mantenimientos del Retrocargador 02 20 en el 2010

2010				
MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS				
FECHA	CANT.	DESCRIPCIÓN	VR. UNIT	VR. TOTAL
28/04/2010	1	FILTRO AIRE PRIMARIO	\$ 187.360,00	\$ 187.360,00
28/04/2010	1	FILTRO AIRE SECUNDARIO	\$ 104.100,00	\$ 104.100,00
28/04/2010	1	FILTRO COMBUSTIBLE	\$ 175.100,00	\$ 175.100,00
28/04/2010	1	FILTRO COMBUSTIBLE	\$ 175.100,00	\$ 175.100,00

		SEPARADOR DE AGUA		
28/04/2010	1	FILTRO HIDRÁULICO	\$ 480.100,00	\$ 480.100,00
28/04/2010	1	FILTRO ACEITE	\$ 264.219,00	\$ 264.219,00
09/07/2010	1	FILTRO COMBUSTIBLE	\$ 175.100,00	\$ 175.100,00
09/07/2010	1	FILTRO COMBUSTIBLE SEPARADOR DE AGUA	\$ 175.100,00	\$ 175.100,00
09/07/2010	1	FILTRO HIDRÁULICO	\$ 480.100,00	\$ 480.100,00
09/07/2010	1	FILTRO ACEITE	\$ 264.219,00	\$ 264.219,00
25/09/2010	5 GALONES	VALVULINA	\$ 35.000,00	\$ 175.000,00
25/09/2010	5 GALONES	ACEITE HIDRÁULICO	\$ 35.900,00	\$ 179.500,00
			TOTAL	\$ 2.834.998,00

Fuente: Autores del proyecto. 2011

12.4.4. Retrocargador 02 21

Tabla 22
Mantenimientos del Retrocargador 02 21 en el 2010

2008				
MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS				
FECHA	CANT.	DESCRIPCIÓN	VR. UNIT	VR. TOTAL
28/04/2010	1	FILTRO AIRE PRIMARIO	\$ 187.360,00	\$ 187.360,00
28/04/2010	1	FILTRO AIRE SECUNDARIO	\$ 104.100,00	\$ 104.100,00
28/04/2010	1	FILTRO COMBUSTIBLE	\$ 175.100,00	\$ 175.100,00
28/04/2010	1	FILTRO COMBUSTIBLE SEPARADOR DE AGUA	\$ 175.100,00	\$ 175.100,00
28/04/2010	1	FILTRO HIDRAULICO	\$ 480.100,00	\$ 480.100,00
07/05/2010	1	FILTRO DE ACEITE	\$ 264.219,00	\$ 264.219,00
09/07/2010	1	FILTRO COMBUSTIBLE	\$ 175.100,00	\$ 175.100,00
09/07/2010	1	FILTRO COMBUSTIBLE SEPARADOR DE AGUA	\$ 175.100,00	\$ 175.100,00
09/07/2010	1	FILTRO	\$	\$

		HIDRAULICO	480.100,00	480.100,00
09/07/2010	1	FILTRO DE ACEITE	\$ 264.219,00	\$ 264.219,00
			TOTAL	\$ 2.480.498,00
REPARACIONES MAYORES				
FECHA	CANT.	DESCRIPCIÓN	VR. UNIT	VR. TOTAL
11/06/2010	3	DIENTES BALDE	\$ 300.000,00	\$ 1.200.000,00
11/06/2010	1	DIENTE CAT BALDE	\$ 300.000,00	\$ 300.000,00
28/07/2010	4	DIENTES BALDE	\$ 300.000,00	\$ 1.200.000,00
			TOTAL	\$ 2.700.000,00

Fuente: Autores del proyecto. 2011

13. PLAN DE MANTENIMIENTO

Para el perfecto funcionamiento de la maquinaria, es indispensable determinar que repuestos son cambiados con mayor frecuencia y cada cuanto es recomendable hacer dicho cambio. Por ello se hace el siguiente plan, objeto de este proyecto.

13.1. VIBROCOMPACTADOR INGERSOLL RAND SD70D 2007

A continuación se presenta el plan de mantenimiento del Vibrocompactador Ingersoll Rand SD70D 2007.

13.1.1. Mantenimiento

Cada 10 horas o diario

Cuadro 9
Mantenimiento a las 10 horas de Vibrocompactador

ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD 1	ACTIVIDAD 2
1	Aceite de Motor	Revisar	Adicionar
2	Refrigerante de Motor	Revisar	Adicionar
3	Filtro de Combustible	Drenar	
4	Tanque de Combustible	Revisar	Adicionar

Fuente: Autores del proyecto. 2011

Cada 50 horas o semanal

Cuadro 10

Mantenimiento a las 50 horas de Vibrocompactador

ITEM	DESCRIPCION	ACTIVIDAD 1	ACTIVIDAD 2
1	Aceite Hidráulico	Revisar	Adicionar
2	Aceite de Motor	Revisar	Adicionar
3	Aceite de frenos	Revisar	Adicionar
4	Aceite de la Línea	Revisar	Adicionar
5	Pines Horizontal, Vertical	Engrasar	
6	Area del Sello	Engrasar	

Fuente: Autores del proyecto. 2011

Cada 500 horas o semestral

Cuadro 11

Mantenimiento a las 500 horas de Vibrocompactador

ITEM	DESCRIPCION	ACTIVIDAD 1
1	Pin del cilindro de la direccion	Engrasar
2	Aceite de Motor	Drenar y llenar
3	Filtro de Aceite de Motor	Cambiar
4	Filtro de Aceite Hidraulico(2)	Cambiar
5	Filtro de Combustible(2)	Cambiar
6	Filtro de Aire Primario	Cambiar
7	Sistema Integral de Enfriamiento	Revisar

Fuente: Autores del proyecto. 2011

Cada 1000 horas o anual

Cuadro 12

Mantenimiento a las 1000 horas de Vibrocompactador

ITEM	DESCRIPCION	ACTIVIDAD 1
1	Filtro de Aire Secundario	Cambiar
2	Filtro de Linea de Combustible	Cambiar
3	Filtro del Tanque Hidráulico	Cambiar
4	Bateria	Cambiar
5	Aceite Hidráulico	Cambiar
6	Liquido Refrigerante	Drenar y llenar
7	Colador del Aceite Hidráulico	Limpiar
8	Filtro del tanque Hidráulico	Cambiar

Fuente: Autores del proyecto. 2011

13.2. BULLDOZER NEW HOLLAND D170 2007

Es importante aclarar que siempre y cuando sea necesario se debe realizar el cambio de filtro hidráulico, verificar la alineación de las orugas, los rodillos y las ruedas guiadoras; además se debe verificar el estado de las baterías constantemente.

A continuación se presenta el plan de mantenimiento del Bulldozer D170 2007.

13.2.1. Mantenimiento

Cada 10 horas o diario

Cuadro 13

Mantenimiento a las 10 horas de Bulldozer

ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD 1	ACTIVIDAD 2
1	Aceite de Motor	Revisar	Adicionar
2	Refrigerante de Motor	Revisar	Adicionar
3	Filtros de Separador de el agua	Drenar	Limpiar
4	Aceite Hidráulico	Revisar	Adicionar

Fuente: Autores del proyecto. 2011

Cada 100 horas o semanal

Para este tiempo, es necesario, realizar el engrase general de la máquina; además se deben realizar las actividades citadas en el cuadro 14.

Cuadro 14

Mantenimiento de las 100 horas de Bulldozer

ITEM	DESCRIPCION	ACTIVIDAD 1	ACTIVIDAD 2
1	Par cónico embragues de dirección y freno	Revisar	Adicionar
2	Mando final reductores laterales	Revisar	Adicionar

Fuente: Autores del proyecto. 2011

Cada 250 horas o bimestral

Cuadro 15
Mantenimiento de las 250 horas de Bulldozer

ITEM	DESCRIPCION	ACTIVIDAD
1	Aceite de Motor	Drenar y llenar
2	Filtro de Aceite de Motor	Cambiar
3	Filtrode Agua del Motor	Cambiar
4	Deposito de Combustible	Drenar
5	Filtro de Combustible	Cambiar
6	Filtro de Combustible (Sedimentación)	Limpiar
7	Cardan entre convertidor y caja de cambio	Lubricar

Fuente: Autores del proyecto. 2011

Cada 500 horas o semestral

Cuadro 16
Mantenimiento de las 500 horas de Bulldozer

ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Cambio de Aceite de Velocidades	Drenar y llenar
2	Filtro de Aceite del	Limpiar

	convertidor	
3	Filtro de Aspiración Aceite Hidráulico de los Embragues	Limpiar
4	Soportes Exteriores de los bastidores del tren de Rodaje	Lubricar
5	Filtro de Aceite del sistema Hidráulico de la dirección, embrague y freno	Cambiar

Fuente: Autores del proyecto. 2011

Cada 1000 horas o anual

Cuadro 17

Mantenimiento de las 1000 horas de Bulldozer

ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Filtros de Aire	Verificación
2	Luz de las Válvulas	Regular
3	Correas del Motor	Regular
4	Par cónico embragues de dirección y freno	Cambiar
5	Mandos Finales Reductores Laterales	Cambiar
6	Damper	Cambiar

Fuente: Autores del proyecto. 2011

Si los filtros de aire al momento de verificarlos se encuentran en regular o mal estado es recomendable hacer el cambio de estos.

Cada 2000 horas

Cuadro 18

Mantenimiento de las 2000 horas de Bulldozer

ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Filtros del sistema hidráulico	Limpiar
2	Aceite Hidráulico	Cambiar
3	Radiador	Limpiar

Fuente: Autores del proyecto. 2011

13.3. MOTONIVELADORA NEW HOLLAND RG140B 2007

A continuación se presenta el plan de mantenimiento de la Motoniveladora New Holland RG140B 2007.

13.3.1. Mantenimiento

Cada 10 horas o diario

Cuadro 19

Mantenimiento de las 10 horas de la Motoniveladora

ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD 1	ACTIVIDAD 2
1	Aceite de Motor	Revisar	Adicionar
2	Refrigerante de Motor	Revisar	Adicionar
3	Transmisión	Verificar	

Fuente: Autores del proyecto. 2011

Cada 50 horas o semanal

Cuadro 20

Mantenimiento de las 50 horas de la Motoniveladora

ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Deposito de aceite hidraulico	Verificar
2	Filtros de combustible	Verificar

Fuente: Autores del proyecto. 2011

Cada 100 horas

Cuadro 21

Mantenimiento de las 100 horas para Motoniveladora

ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Esferas de los cilindros de elevacion de la hoja	Lubricar
2	Esferas del cilindro de desplzamiento lateral	Lubricar
3	Esfera de la barra de Tracción	Lubricar
4	Rodamiento de la articulación	Lubricar
5	Extremidades de los cilindros de la articulación	Lubricar

Fuente: Autores del proyecto. 2011

Cada 250 horas o mensualmente

Cuadro 22

Mantenimiento de las 250 horas de la Motoniveladora

ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Cambio de aceite carter del motor	Cambiar
2	Cambio de Filtro de aceite	Cambiar
3	Aceite carcasa central del eje trasero	Adicionar
4	Pasador de articulacion de la hoja	Lubricar
5	Correas (Alternador/Ventilador)	Verificar
6	Cilindro de articulación de la hoja	Lubricar
7	Pasador de articulación del eje delantero	Lubricar
8	Barra de dirección	Lubricar
9	Pasador del vastago del eje delantero	Lubricar
10	Cilindro de inclinación de las ruedas delanteras	Lubricar
11	Pasador de oscilación del eje delantero	Lubricar
12	Horquilla de levante, pasador pivote	Lubricar

Fuente: Autores del proyecto. 2011

Cada 500 horas o trimestralmente

Cuadro 23

Mantenimiento de las 500 horas de la Motoniveladora

ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Filtros de Combustible	Cambiar
2	Cajas del tandem	Verificar
3	Rodamientos de las ruedas del eje del tandem (4 cada Lado)	Lubricar
4	Filtro de aceite de la transmisión	Cambiar
5	Filtro del deposito hidraulico	Cambiar
6	Filtro del sistema de refrigeración	Cambiar
7	Tapón del drenaje del depósito de combustible	Limpiar

Fuente: Autores del proyecto. 2011

Cada 1000 horas o semestral

Cuadro 24

Mantenimiento de las 1000 horas de la Motoniveladora

ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Transmisión	Cambiar
2	Tela de la transmisión	Limpiar
3	Inyectores de combustible	Ajustar
4	Valvulas de motor	Ajustar

Fuente: Autores del proyecto. 2011

Cada 2000 horas o anualmente

Cuadro 25

Mantenimiento de las 2000 horas de la Motoniveladora

ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Deposito de aceite hidráulico	Cambiar
2	Aceite carcaza del eje trasero	Cambiar
3	Rodamiento de las ruedas delanteras	Cambiar
4	Caja del tandem (cada Lado)	Cambiar

Fuente: Autores del proyecto. 2011

13.4. RETROCARGADOR NEW HOLLAND B110 Y B95 2007

A continuación se presenta el plan de mantenimiento del Retrocargador B110 2007 y B95 2007.

13.4.1. Mantenimiento

Cada 10 horas o diario

Cuadro 26

Mantenimiento de las 10 horas del Retrocargador

ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Correa del alternador y ventilador del motor	Revisar
2	Radiador y condensador de aire	Revisar

	acondicionado (si equipado)	
3	Aceite del motor	Revisar
4	Nivel del depósito del lavaparabrisas	Revisar
5	Equipo cargador	Engrasar
6	Equipo retroexcavador	Engrasar
7	Nivel de aceite hidráulico	Revisar
8	Flexibles y tuberías hidráulico	Revisar

Fuente: Autores del proyecto. 2011

Cada 50 horas o semanal

Cuadro 27

Mantenimiento de las 50 horas del Retrocargador

ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Balancín telescópico (HED) (si equipado)	Engrasar
2	Bisagras de puertas	Engrasar
3	Rodamientos de articulación del eje delantero	Engrasar
4	Rodamientos de anillo de articulación del puente delantero	Engrasar
5	Presión de los neumáticos	Revisar

Fuente: Autores del proyecto. 2011

Cada 250 horas o mensualmente

Cuadro 28
Mantenimiento de las 250 horas del Retrocargador

ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Reenvío mando del diferencial	Engrasar
2	Arboles de accionamiento	Engrasar
3	Cardanes delanteros y traseros	Engrasar
4	Junta universal de la dirección	Engrasar
5	Suspensión del asiento operador	Engrasar
6	Apriete de los collarines y de los tubos de goma	Revisar
7	Purga del depósito de combustible	Revisar
8	Tapón con respiradero	Limpiar
9	Nivel de caja de marchas (powershuttle)	Revisar
10	Respiradero del eje delantero	Limpiar
11	Nivel del eje y reductores delanteros	Revisar
12	Válvula de evacuación de aire del puente trasero	Limpiar
13	Nivel de aceite del eje trasero	Limpiar y revisar
14	Nivel de aceite del reductor eje trasero	Limpiar y revisar
15	Radiador	Limpiar
16	Aire acondicionado	Revisar
17	Filtros de cabina	Limpiar
18	Bloque de calefacción y enfriador aire acondicionado	Limpiar
19	Balancín telescópico (HED)	Revisar
20	Apriete de los bornes de la batería	Revisar

Fuente: Autores del proyecto. 2011

Cada 500 horas o trimestralmente

Cuadro 29

Mantenimiento de las 500 horas del Retrocargador

ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Aceite del motor	Vaciar
2	Filtro del aceite del motor	Cambiar
3	Prefiltro de combustible	Cambiar

Fuente: Autores del proyecto. 2011

Cada 1000 horas o semestralmente

Cuadro 30

Mantenimiento de las 1000 horas del Retrocargador

ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD 1	ACTIVIDAD 2
1	Articulación pedales de freno	Engrasar	
2	Circuito hidráulico	Vaciar	Cambiar
3	Filtro de aceite hidráulico	Cambiar	
4	Respiradero de la transmisión (powershuttle)	Limpiar	
5	Transmisión (powershuttle)	Vaciar	Sustituir aceite
6	Eje y reductores delanteros	Vaciar	Sustituir aceite
7	Eje y reductores traseros	Vaciar	

8	Ajuste del juego de balancines del motor	Revisar	
9	Inspección de la maquina	Limpiar	Revisar
10	Electrolito de la batería	Revisar	
11	Alternador	Revisar por distribuidor	
12	Motor de arranque	Revisar por distribuidor	

Fuente: Autores del proyecto. 2011

Cada 2000 horas o anualmente

Cuadro 31

Mantenimiento de las 2000 horas del Retrocargador

ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Circuito de refrigeración	Vaciar
2	Líquido de frenos	Vaciar

Fuente: Autores del proyecto. 2011

14. COSTO DEL MANTENIMIENTO ANUAL

Para la aplicación de planes de mantenimiento preventivos es indispensable saber con qué presupuesto se debe contar para su perfecta ejecución y por ello se debe hacer un estudio financiero a un tiempo determinado para que, en ese tiempo, los resultados o los beneficios se vean reflejados en el desempeño de las actividades propias de las máquinas.

Además de esto se debe hacer un estudio de qué personal se debe tener en cuenta para realizar dichos mantenimientos, ya que los salarios de aquellos que realizan estas actividades deben ir incluidos en el presupuesto anual de ejecución del plan de mantenimiento.

14.1. MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS

Tabla 23

Costo del mantenimiento anual Vibrocompactador

VIBROCOMPACTADOR INGERSOLL RAND SD-70					
No	DESCRIPCION	REFERENCIA	CANTIDAD	VALOR UND	VALOR TOTAL
1	FILTRO ACEITE DE MOTOR	59728170	1	21.387	24.809
2	FILTRO DE COMBUSTIBLE	71100722	1	48.818	56.629
3	FILTRO DE LINEA DE COMBUSTIBLE	54477161	1	24.435	28.345
4	FILTRO DE AIRE PRIMARIO	87438249	1	90.603	105.099
5	FILTRO DE	87682999	1	87460	101.454

	AIRE SECUNDARIO				
6	FILTRO ACEITE HIDRÁULICO	43922400	1	87000	100.920
7	FILTRO COMBUSTIBLE SECUNDARIO	59728196	1	30530	35.415
				TOTAL	452.670
No	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA	CANTIDAD	PRECIO POR GALÓN	PRECIO TOTAL
8	ACEITE MOTOR	15W40	3 GAL	40.100	139.548
9	ACEITE HIDRÁULICO	HIDRAULICO 68	22 GAL	35.900	916.168
10	REFRIGERANTE	50-50 ANTIFREZEER	4.5 GAL	53.000	276.660
	TOTAL				1.332.376
No	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	PRECIO TOTAL
11	Grasa (kilos)	MULTIPROPOSITO	3 Lbs.	5.500	19.140
				TOTAL	19.140
TOTAL MANTENIMIENTO					1.804.186
TOTAL MANTENIMIENTO DE VIBRO-COMPACTADORES			2		\$ 3.608.373

Fuente: Autores del proyecto. 2011

Tabla 24
Costo del mantenimiento anual Bulldozer

BULLDOZER NEW HOLLAND D 170					
No	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA	FILTROS	PRECIO VENTA	TOTAL
1	FILTRO AIRE PRIMARIO MOTOR	71102718	1	276.627	276.627
2	FILTRO AIRE SECUNDARIO MOTOR	71102717	1	153.135	153.135
3	FILTRO ACEITE DE MOTOR	71101955	1	153.340	153.340
4	FILTRO DE COMBUSTIBLE SELLADO	71101915	1	39.688	39.688
5	FILTRO DE COMBUSTIBLE SEPARADOR	71101919	1	79.417	79.417
6	FILTRO HIDRÁULICO	75213131	1	52.111	52.111
7	FILTRO TANQUE HIDRÁULICO	73124631	2	608.891	1.217.782
8	FILTRO DE TRANSMISIÓN	75201515	1	1.040.621	1.040.621
				Subtotal	3.012.721

				IVA 16%	482.035
				TOTAL	\$ 3.494.756
No	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA	CANTIDAD	PRECIO POR GALÓN	PRECIO TOTAL
9	ACEITE MOTOR	15W40	5 GAL	40.100	200.500
10	ACEITE TRANSLACION	80W90	2,5 GAL	45.000	112.500
11	ACEITE HIDRÁULICO	HIDRAULICO 68	16,5 GAL	35.900	592.350
12	ACEITE TRANSMISIÓN	15W40	7 GAL	50.400	352.800
13	ACEITE DE CAJA	15W40	7 GAL	50.400	352.800
14	REFRIGERANTE	50-50 ANTIFREZEER	15 GAL	53.000	795.000
	TOTAL				2.405.950
No	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	PRECIO TOTAL
17	Juego de Cuchillas con esquineras y tornillería		1		1.600.000
18	Grasa (kilos)		2	5.500	11000
				TOTAL	\$ 1.611.000

TOTAL MANTENIMIENTO					7.511.706
TOTAL MANTENIMIENTO DE BULLDOZER´S			3		\$ 22.535.118

Fuente: Autores del proyecto. 2011

Tabla 25
Costo del mantenimiento anual Motoniveladora

MOTONIVELADORA NEW HOLLAND RG 140.B					
No	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA	CANTIDAD	PRECIO DE VENTA	TOTAL
1	FILTRO AIRE PRIMARIO MOTOR	71102717	1	348.762	515.323
2	FILTRO AIRE SECUNDARIO MOTOR	71102718	1	182.293	289.805
3	FILTRO ACEITE DE MOTOR	86597476	1	52.488	64.185
4	FILTRO DE COMBUSTIBLE SELLADO	71100722	1	83.981	131.739
5	FILTRO DE COMBUSTIBLE SEPARADOR	87803192	1	83.718	132.861
6	FILTRO	75254360	1	858.655	858.655

	HIDRÁULICO				
7	FILTRO PILOTO	75289018	1	227.384	227.384
8	FILTRO HIDRÁULICO STRAINER	75238119	1	232.144	232.144
9	FILTRO HIDRÁULICO DE TRANSMISIÓN	73162722	1	338.149	338.149
				subtotal	2.790.244
				IVA 16%	446.439
				TOTAL	\$ 3.236.683
No	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA	CANTIDA D	PRECIO POR GALÓN	PRECIO TOTAL
10	ACEITE MOTOR	15W40	5 GAL	40.100	200.500
11	ACEITE MANDOS FINALES	80W90	7,7 GAL	45.000	346.500
12	ACEITE HIDRÁULICO	HIDRAULICO 68	47,6 GAL	35.900	1.708.840
13	ACEITE TRANSMISIÓN	15W40	7 GAL	50.400	352.800
14	ACEITE TANDEM	15W40	15,4 GAL	50.400	776.160
15	REFRIGERANTE	50-50 ANTIFREZEE R	6,5	53.000	344.500
				TOTAL	3.729.300

No	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	PRECIO TOTAL
16	LLANTAS	1300X24	6	1.500.000	9.000.000
17	Juego de Cuchillas con esquineras y tornillería		1	600.000	600.000
18	Grasa (kilos)		2	5.500	11.000
	TOTAL				\$ 9.611.000
	TOTAL DE MANTENIMIENTO				16.576.983
TOTAL MANTENIMIENTO DE MOTONIVELADORAS			4		\$ 66.307.933

Fuente: Autores del proyecto. 2011

Tabla 26
Costo del mantenimiento anual Retrocargador B110

RETROCARGADOR NEW HOLLAND B110					
No	DESCRIPCION	REFERENCIA	CANTIDAD	VALOR UD	VALOR TOTAL
1	FILTRO ACEITE DE MOTOR	87803260	1	74.165	\$ 86.031
2	FILTRO AIRE PRIMARIO	87438249	1	166.083	\$ 192.657
3	FILTRO AIRE	87682999	1	99.123	\$ 114.982

	SECUNDARIO				
4	FILTRO COMBUSTIBLE	87802332	1	112.373	\$ 130.353
5	FILTRO DE COMBUSTIBLE	87803197	1	112.373	\$ 130.353
6	FILTRO HIDRAULICO	85817004	1	471.234	\$ 546.632
7	FILTRO HIDRAULICO TRANSMISIÓN	86989733	1	209.733	\$ 243.291
				TOTAL	\$ 1.444.298
No	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA	CANTIDAD	PRECIO POR GALÓN	PRECIO TOTAL
8	ACEITE MOTOR	15W40	3,5	40.100	162.806
9	ACEITE MANDOS FINALES	80W90	9 GAL	45.000	469.800
10	ACEITE HIDRÁULICO	HIDRAULICO 68	31.2 GAL	35.900	1.299.293
11	ACEITE TRANSMISIÓN	15W40	5 GAL	50.400	292.320
12	REFRIGERANTE	50-50 ANTIFREEZER	6,5 GAL	53.000	399.620
				TOTAL	2.623.839

TOTAL MANTENIMIENTO					4.068.137
TOTAL MANTENIMIENTO DE RETROCARGADORES			3		\$ 12.204.412

Fuente: Autores del proyecto. 2011

Tabla 27
Costo del mantenimiento anual Retrocargador B95

RETROCARGADOR B95					
No	DESCRIPCION	REFERENCIA	CANTIDAD	VALOR UND	VALOR TOTAL
1	FILTRO ACEITE DE MOTOR	87803260	1	74.165	86.031
2	FILTRO AIRE PRIMARIO MOTOR	87438249	1	166.083	192.657
3	FILTRO AIRE SECUNDARIO MOTOR	87682999	1	99.123	114.982
4	FILTRO DE COMBUSTIBLE	47135706	1	60.721	70.437
5	FILTRO HIDRAULICO TRANSMISIÓN	85817004	1	246.745	286.224
6	FILTRO	86989733	1	471.234	546.632

	HIDRAULICO				
	TOTAL				1.296.963
No	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA	CANTIDAD	PRECIO POR GALÓN	PRECIO TOTAL
7	ACEITE MOTOR	15W40	3,5 GAL	40.100	162.806
8	ACEITE MANDOS FINALES	80W90	9 GAL	45.000	469.800
9	ACEITE HIDRÁULICO	HIDRAULICO 68	31,2 GAL	35.900	1.120.080
10	ACEITE TRANSMISIÓN	15W40	5 GAL	50.400	292.320
11	REFRIGERANTE	50-50 ANTIFREZEER	6,5 GAL	53.000	399.620
				TOTAL	2.444.626
TOTAL MANTENIMIENTO					3.741.589
TOTAL MANTENIMIENTO DE RETROCARGADORES B95			1		\$ 3.741.589

Fuente: Autores del proyecto. 2011

Después de realizar este estudio se obtiene un total de mantenimiento como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 28
Costo del mantenimiento al año de la maquinaria

MANTENIMIENTO DE TODA LA MAQUINARIA	\$ 108.397.424
NÚMERO DE INTERVENCIONES AL AÑO	6
MANTENIMIENTO POR UN AÑO	\$ 650.384.543
CONSUMOS E INSUMOS AL AÑO	\$64.000.000

Fuente: Autores del proyecto. 2011

Se establecen 6 intervenciones al año debido a que los mantenimientos se hacen cada 2 meses aproximadamente en toda la maquinaria, es decir, que para estandarizar los mantenimientos y establecer costos se toma esta base de cálculo.

14.2. MANO DE OBRA

Tabla 29
Costos mano de obra para el mantenimiento de la maquinaria

DESCRIPCION	CANT.	PERSONAL	VAL. MENSUAL	CANT. MESES	VAL. PARCIAL
	1	ING. MEC. SUPERVISOR	2.849.000,00	12	34.188.000,00
VIAS					
	1	ING. MECÁNICO	2.849.000,00	12	34.188.000,00
					0,00
CARROTALLER 1	1	Conductor Mec.	1.117.000,00	12	13.404.000,00

	1	Mecánico	1.283.000,00	12	15.396.000,00
	1	Ayudante	868.000,00	12	10.416.000,00
					0,00
CARROTALLER		Conductor			
2	1	Mec.	1.117.000,00	12	13.404.000,00
	1	Mecánico	1.283.000,0	12	15.396.000,00
	1	Ayudante	868.000,00	12	10.416.000,00
	1	Eléctrico	1.803.000,0	12	21.636.000,00
BANCO MAQUINARIA					
	1	ING. MECÁNICO	2.226.000,0	12	26.712.000,00
	2	Mecánicos	2.566.000,00	12	30.792.000,00
	2	Ayudantes	1.736.000,00	12	20.832.000,00
	1	Tornero	1.324.000,00	12	15.888.000,00
	1	Soldadores	670.000,00	12	8.040.000,00
	1	Eléctrico	1.803.000,00	12	21.636.000,00
	1	Aceítero	868.000,00	12	10.416.000,00
	1	Almacenista	868.000,00	12	10.416.000,00
	1	Montallantas	868.000,00	12	10.416.000,00
	1	Técnico	1.803.000,00	12	21.636.000,00
			VALOR TOTAL		345.228.000,00

Fuente: Autores del proyecto. 2011

15. PLAN DE CAPACITACIÓN

Para una aplicación efectiva del plan de mantenimiento preventivo, se requiere personal capacitado para realizar los mantenimientos programados en la maquinaria.

Algunos mantenimientos, que se encuentran en un rango no muy alto de horas de trabajo, es decir entre 10 horas y 100 horas son realizados por los operadores de las maquinas ya que son mantenimientos de nivel 1.

Los trabajos pertenecientes a un rango de 100 horas hasta las 1000 horas son realizados por personal certificado por el SENA en mecánica Diesel, ya que estos mantenimientos requieren conocimiento de ubicación y funcionamiento de piezas esenciales en el funcionamiento de la máquina, todas estas intervenciones pertenecen al mantenimiento de nivel 2.

Todo trabajo técnico después de las 1000 horas es hecho por especialistas en maquinaria pesada, estos técnicos especializados son proporcionados por el fabricante para su respectiva intervención y revisión de los equipos o máquinas.

Para el registro de información se hacen charlas de capacitación a los técnicos y a los operadores por parte de los ingenieros mecánicos del banco de maquinaria, para familiarizarlos con los formatos de solicitud de repuestos y de las condiciones en que se encuentra la máquina al empezar sus actividades diarias, con el fin de actualizar las hojas de vida y poder tener un registro escrito verídico del estado de las actual de la maquinaria.

16. PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO

Al momento de ejecutar el plan de mantenimiento es indispensable identificar los horómetros de la maquinaria para hacer posible una programación y así intervenir de manera apropiada las máquinas. A partir de esta medición de horas inicia el plan de mantenimiento preventivo, la primera intervención se hará de acuerdo a los datos de la columna perteneciente a Prox. Mantenimiento. Las otras intervenciones se harán de acuerdo a lo especificado en los numerales correspondientes a los mantenimientos de cada tipo de máquina.

Cuadro 32
Programación de mantenimiento

ITEM	DESCRIPCIÓN	NÚMERO INTERNO	HOROMETRO	PROX. MANTENIMIENTO
1	Vibrocompactador Ingersoll Rand	05 04	970 horas	1220 horas
2	Vibrocompactador Ingersoll Rand	05 05	780 horas	1030 horas
3	Bulldozer New Holland D170	04 20	950 horas	1200 horas
4	Bulldozer New Holland D170	04 21	883 horas	1133 horas
5	Bulldozer New Holland D170	04 23	1234 horas	1484 horas
6	Motoniveladora New Holland RG140B	03 16	750 horas	1000 horas
7	Motoniveladora New Holland RG140B	03 18	1300 horas	1550 horas
8	Motoniveladora New Holland RG140B	03 19	1570 horas	1820 horas
9	Motoniveladora New Holland RG140B	03 25	1100 horas	1350 horas
10	Retrocargador New Holland B110	02 16	2000 horas	2250 horas
11	Retrocargador New Holland BB95	02 17	2020 horas	2270 horas
12	Retrocargador New Holland B110	02 20	2047 horas	2297 horas
13	Retrocargador New Holland B110	02 21	2123 horas	2373 horas

Fuente: Autores del proyecto. 2011

16.1. INDICADORES DE GESTIÓN

Con el fin de llevar a cabo un control del mantenimiento hecho en las máquinas, es necesario manejar los siguientes indicadores de gestión:

- # Horas / máquina: para controlar el tiempo de trabajo.
- # Horas preventivo / mes: control de intervenciones hechas y tiempo fuera de servicio mientras se efectúa la intervención para determinar disponibilidad de la máquina.
- Valor intervención nivel 3 / # intervenciones: para determinar el costo de contratación externa.
- # correctivo / mes: para determinar que tan frecuente se puede presentar una falla no contemplada, que haga que la máquina no opere por un determinado tiempo.
- Valor correctivo / mes: para determinar un presupuesto tentativo en reparaciones mayores.
- Intervención ejecutada / Intervención programada: para controlar y verificar que se esté llevando a cabo el plan de mantenimiento preventivo.

17. RECOMENDACIONES

Para futuras aplicaciones es recomendable manejar la información de manera ordenada y que sea sólo una persona la encargada de llevar el registro de intervenciones y solicitudes de mantenimiento, con esto se evita que la información se disperse y se malentiendan algunos registros.

Por otro lado, es necesario que el personal de mantenimiento sea certificado para que al producirse daños externos a la aplicación del plan de mantenimiento, dichos daños sean reparados de manera rápida y efectiva.

Manejar los indicadores de gestión es de mucha ayuda para ejercer control sobre el plan de mantenimiento y para determinar qué presupuesto adicional se debe contemplar al momento de ejecutar las actividades programadas en la ejecución de dicho plan.

Para solucionar los problemas de control y administración del mantenimiento es recomendable el manejo de un software. Después de una búsqueda de programas que solucionen dicho inconveniente, se recomienda usar el software llamado MP Version 9.

A continuación se realizará una pequeña explicación de las ventajas y lo que se obtendrá con la implementación del software ya nombrado.

17.1. MP VERSIÓN 9

El MP es un software profesional para el control y administración del mantenimiento que ayuda a mantener organizada toda la información que requiere el departamento de mantenimiento.

En forma general, se puede decir que el MP constituye una poderosa herramienta que ayuda a:

- Documentar información de equipos y localizaciones.
- Implementar planes y rutinas de mantenimiento rutinario.
- Organizar y programar trabajos de mantenimiento.

- Organizar historiales referentes a trabajos realizados y recursos utilizados.
- Generar una gran cantidad de consultas, graficas y reportes relacionados con la gestión del mantenimiento.

El MP en uno de sus módulos permite crear planes o rutinas de mantenimiento, estableciendo: partes, actividades y frecuencias con las que debo intervenir las máquinas.¹²

El siguiente es un ejemplo de lo descrito anteriormente:

Figura 3
Ejemplo MP Versión 9

Ejemplo,

PARTES	ACTIVIDADES	FRECUENCIA
Cisterna		
Motobomba _____	Revisar anclaje	cada 6 meses
Motor _____	Medir temperatura	cada 15 días
	Evaluar vibración	cada 1 mes
	Mantto. mayor	cada 2 años
Conexiones _____	Revisar	cada 6 meses
Baleros _____	Lubricar	cada 3 meses
Bomba _____	Revisar fugas	cada 3 meses
Baleros _____	Lubricar	cada 3 meses
Bandas _____	Revisar tensión	cada 3 semanas
Poleas _____	Alinear	cada 1 año

Fuente: <http://www.mpsoftware.com.mx/demo/demo.htm>

¹² <http://www.mpsoftware.com.mx/demo/demo.htm>

18. IMPACTO AMBIENTAL

El aceite usado es exactamente lo que su nombre implica, cualquier aceite sea a base de petróleo o sintético, que se haya utilizado. Durante su uso normal, las impurezas tales como tierra, desechos de metal, agua o sustancias químicas pueden mezclarse con el aceite, y, con el pasar el tiempo el aceite ya no tiene un rendimiento eficaz. Eventualmente, este aceite usado tiene que ser reemplazado con un aceite virgen o un aceite que haya sido refinado nuevamente para poder brindar el rendimiento necesario.

Es indispensable contar con un plan de reciclaje de aceites y filtros ya que la evacuación de estos insumos y repuestos pueden afectar el medio ambiente.

Como solución en el banco de maquinaria de la Gobernación de Casanare, se ha decidido dar los aceites usados a las grandes empresas productoras de aceite, algunos son utilizados para estudios de refinación y su posible recuperación para una próxima aplicación. Los otros son utilizados para estudio de su vida útil y mejora en nuevos procesos de producción.

En cuanto a los filtros algunos son utilizados para aplicaciones de taller, es decir, que se convierten en herramientas que mejoran el aseo de las instalaciones; algunos se usan como canecas y otros son reciclados y entregados a las entidades municipales encargadas del manejo de residuos industriales para ser desechados en sitios autorizados por estas mismas entidades.

Los repuestos o piezas metálicas, son almacenados en una bodega del taller para seguir un proceso de chatarrización por las entidades encargadas de estos procesos.

18.1. PROGRAMA DE MANEJO DE COMBUSTIBLES, ACEITES USADOS Y MATERIALES PELIGROSOS.

- **Descripción**

Este programa está encaminado a la formulación de medidas de manejo ambiental para suministrar, disponer y controlar en forma adecuada combustible, sustancias químicas y residuos líquidos químicos o combustibles, los cuales se deberán manipular con especial cuidado en las obras.

- **Impactos a prevenir, controlar y mitigar**

- a) Contaminación de cuerpos de agua, redes de acueducto y alcantarillado y de suelos, principalmente por aguas aceitosas, con hidrocarburos o con sustancias peligrosas, por escorrentías, infiltración o vertimiento directo.
- b) Deterioro de la calidad del aire y contaminación por emisión de gases y vapores por actividades de obra y operación de equipos, maquinaria o vehículos al servicio de la obra.
- c) Generación de olores ofensivos provenientes del mal manejo de hidrocarburos, gases, sustancias químicas y otros.
- d) Riesgos de ocurrencia de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales por actividades relacionadas con los aceites, combustibles y sustancias químicas utilizadas en la obra.
- e) Riesgos de afectación a la salud humana, la flora y la fauna.

- **Normatividad específica aplicable**

Resolución Distrital 1188/03 (aceites usados), Resolución Ministerio de transporte 2499/02 (manifiesto de carga), Resolución 391/01 (combustibles y combustión), Ley 430/98 normas prohibitivas respecto a los desechos peligrosos, Decreto 256/96 (define residuos peligrosos), Resolución Distrital 822/98 (incineración, uso de residuos aprovechables, residuos peligrosos), Decreto Ministerio de Desarrollo 605/96 (manejo de los residuos peligrosos), Ley 55/93 (utilización de productos

químicos en el trabajo), Resolución Ministerio de Salud 2309/86 (residuos especiales), Decreto Ministerio de Salud 2104/83 (residuos sólidos), Decreto Ministerio de Minas 1521 /98 (manejo y transporte combustibles líquidos derivados del petróleo), Decreto Ley 321/99 (Plan Nacional de Contingencias), Norma Técnica Colombiana NTC 1692 (clasificación y peligrosidad y materiales peligrosos).

19. REGISTROS Y SOLICITUDES

En un plan de mantenimiento preventivo es de vital importancia la utilización de *check list*, con el fin de llevar un registro escrito que facilite la realización o actualización de los datos existentes de las maquinas.

Por otro lado, con la ejecución de este proyecto se pretenden implementar formatos que faciliten y ordenen los trabajos realizados en las maquinas para registrarlos y cumplir con la programación dada para cada equipo.

Se sugieren algunos formatos con el fin de controlar todas las intervenciones hechas en la maquinaria y también con el fin de supervisar el trabajo de los técnicos para justificar su contratación.

Para ver dichos *check list* y formatos ver anexos B, C, D y E.

20. CONCLUSIONES

En la aplicación de los planes de mantenimiento se pueden observar actividades que pretenden mejorar la vida de las máquinas y cuyo único objetivo es optimizar los trabajos desempeñados por las máquinas y sus tiempos de operación, sin dejar de lado la parte financiera de la empresa o fábrica donde se aplica el plan.

Una vez realizado el proyecto se puede concluir que:

- Es indispensable realizar un diagnóstico y un estudio de las pérdidas obtenidas en los días en que la maquinaria esta fuera de servicio para determinar qué ganancias obtengo con la aplicación del plan de mantenimiento preventivo.
- Se analizó la documentación existente de la maquinaria con el fin de determinar un punto de partida para la ejecución del proyecto.
- Con la aplicación del plan de mantenimiento se obtiene mayor disponibilidad de las máquinas, debido a que se corrigen daños prematuros en las mismas.
- Es necesario tener personal capacitado para efectuar las intervenciones previstas por el plan de mantenimiento mecánico preventivo.
- El manejo, registro y documentación de información es indispensable y sin él sería muy difícil la elaboración de un plan de mantenimiento mecánico.
- Es necesario la implementación de algún software para ejercer control, programación y documentación sobre el plan de mantenimiento.
- Controlar la operación de las máquinas ya que los operadores no son conscientes de que una mala operación afecta de manera significativa las piezas de la maquinaria.
- Se realizó la programación del próximo mantenimiento y el estudio financiero de la puesta en marcha del plan de mantenimiento y su sostenimiento en un año de aplicación.

- La aplicación de un plan de mantenimiento es una fuente de empleo y su implementación es indispensable en toda fábrica en donde se maneje cualquier tipo de equipo industrial.
- Es indispensable realizar una retroalimentación del plan de mantenimiento con el fin de actualizar las hojas de vida de la maquinaria.
- Los planes de mantenimiento tienen un alto costo, pero, son de gran ayuda en la preservación de la vida de los equipos, en este caso de la maquinaria pesada de la Gobernación de Casanare.
- Al aumentar el número de técnicos que hacen las intervenciones en las máquinas se gana tiempo y por ende obtengo ganancias que me ayudan a aliviar cargas impuestas en el presupuesto.
- Sin programación de mantenimiento no se puede manejar una base presupuestal y se desorganiza la gestión de repuestos obteniendo los problemas que se viven actualmente en el banco de maquinaria.
- Para la compra de repuestos e insumos es necesario buscar proveedores que ofrezcan descuentos por el abastecimiento para 6 meses y evitar la compra por menor ya que se elevan los costos y coloca en riesgo la disponibilidad por la falta de cumplimiento en el suministro del repuestos o insumos.

BIBLIOGRAFIA

GOMEZ LOZANO, Iván Darío. Introducción al Mantenimiento Estratégico: Universidad Libre de Colombia, 2006. 63p.

INGERSOLL RAND Company. Manual de Operación y Mantenimiento, Vibrocompactador SD70D. Edición de Mayo 29 de 2007.

NEW HOLLAND Construction. Manual de Operación y Mantenimiento, Excavadora Cargadora B110. Edición, 01 - 2007.

NEW HOLLAND Construction. Manual de Operación y Mantenimiento, Motoniveladora RG140.B. 2da Edición, Mayo - 2005

NEW HOLLAND Construction. Manual de Operación y Mantenimiento, Tractor de Orugas. 1ra Edición, Junio 2006.

PARRA, Carlos. Implantación del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC) en un Sistema de Producción. Universidad de Sevilla Escuela Superior de Ingenieros. Sevilla, Febrero 2005.

INFOGRAFIA

http://www.codechoco.gov.co/files/Guia_combustibles_aceitesusados.pdf

<http://www.mailxmail.com/curso-ingenieriamantenimientohospitalario/historia-mantenimiento>

<http://www.mpsoftware.com.mx/descargas.html>

<http://www.viarural.com.ar>

ANEXO A

FICHAS TÉCNICAS DE LA MAQUINARIA

BULLDOZER NEW HOLLAND D170 2007



Fuente: Manual de operación; Bulldozer New Holland D170. 2007

- **Motor**

El motor es tipo Diesel, de inyección directa, diesel, enfriado a agua y turboalimentado.

- **Especificaciones técnicas del motor del Bulldozer**

Marca.....	Cummins
Modelo.....	6CT 8.3
No. de Cilindros.....	6 (seis)
Cilindrada.....	8.270 cm ³
Potencia Neta.....	170Hp – (127KW)
Rotación Máxima.....	2000 Rpm
Torque Máximo (a 1500Rpm).....	691 Nm

Fuente: Manual de operación; Bulldozer New Holland D170. 2007

- **Peso de la máquina**

El peso neto de esta máquina es de 16.550 Kilogramos.

- **Sistema eléctrico**

Tensión de Funcionamiento.....	24 Voltios
Baterías.....	2 en serie de 12 Voltios a 100 Ah
Alternador.....	45 A
Motor de Partida.....	5,5 KW

Fuente: Manual de operación; Bulldozer New Holland D170. 2007

- **Transmisión**

Tipo Convertidor de torque.....	Monofásico de una etapa
Factor de multiplicación.....	2,7 – 1

Fuente: Manual de operación; Bulldozer New Holland D170. 2007

- **Dirección, frenos y sistema hidráulico**

Tipo de dirección	Multidisco, en baño de aceite
Área de rozamiento de embrague.....	8.574 cm ³
Tipo de freno.....	Cintas de envoltura total, en baño de aceite
Área total de rozamiento por freno.....	937cm ³
Bomba del sistema Hidráulico.....	De engranajes con placas
Caudal del sistema Hidráulico.....	185L/min
Presión del sistema Hidráulico.....	160Kf/cm ²

Fuente: Manual de operación; Bulldozer New Holland D170. 2007

- **Capacidades de fluidos y lubricantes**

ITEM	DESCRIPCIÓN	CAPACIDAD (Litros)	CAPACIDAD (galones)
1	Agua del Radiador	58	15.3
2	Deposito de Combustible	350	92.4
3	Aceite Lubricante del Motor	19	5
4	Aceite Lubricante de la Transmisión y conversor del Torque	27.5	7.26
5	Aceite Lubricante de los	28	7.4

	embragues de la dirección y frenos		
6	Aceite Lubricante de la caja trasera de reducción	26.5	7
7	Aceite Lubricante de los mandos finales (cada lado)	15.5	4.1
8	Aceite del sistema Hidraulico	62	16.5

Fuente: Manual de operación; Bulldozer New Holland D170. 2007

MOTONIVELADORA NEW HOLLAND RG140B 2007



Fuente: <http://www.viarural.com.ar/>

- **Motor**

El motor es de tipo Diesel, 4 tiempos, inyección directa, turbo alimentado.

- **Especificaciones del motor de la Motoniveladora**

Modelo.....	Cummins 6 BTA 8.3
No de Cilindros.....	6 (seis)
Cilindrada.....	5.880 cm ³
Diámetro y carrera.....	102X120mm
Potencia Bruta a 2.200 rpm.....	150Hp (112 KW)
Potencia Neta a 2.200 rpm.....	140 HP (104 KW)
Torque Máximo.....	620 Nm a 1500 rpm

Fuente: Manual de operación; Motoniveladora RG140B New Holland. 2007

- **Transmisión**

Tipo.....	Direct drive
Caudal de la bomba a 2200 rpm.....	91L/min
Cárter.....	Integral
Marchas.....	8 Adelante, 4 Atrás

Fuente: Manual de operación; Motoniveladora RG140B New Holland. 2007

- **Neumáticos**

La referencia de los neumáticos es 13.00X24- 12PR *STANDARD*

- **Sistema eléctrico**

Tensión (Voltaje).....	24 Voltios
Capacidad de carga de las batería.....(20h)	100Ah
Alternador.....	45A
Número de Baterías.....	2

Fuente: Manual de operación; Motoniveladora RG140B New Holland. 2007

- **Peso de la máquina**

El peso neto de la máquina es de 12.755 Kilogramos.

- **Capacidades de fluidos y lubricantes**

ITEM	DESCRIPCIÓN	CAPACIDAD (Litros)	CAPACIDAD (Galones)
1	Depósito de Combustible	340	89
2	Refrigeración con cambio de filtro	31 Agua	10.5
		9 agriflu	
3	Cárter	16.4	4.33
4	Transmisión	25	6.6
5	Tándem (cada eje)	29	7.6

6	Sistema hidráulico y deposito	200	52.8
7	Eje trasero	29	7.6
8	Reductor del gira circulo	2.8	0.75

Fuente: Autores del proyecto. 2011

RETROCARGADOR NEW HOLLAND B110 Y B95 2007



Fuente: <http://www.viarural.com.ar/>

- **Motor**

Motor de 110 CV – 82 KW, Turbo comprimido, con refrigeración de aire.

- **Especificaciones del motor del Retrocargador**

Tipo.....	Diesel
Núm. De cilindros.....	4
Cilindrada.....	4485 cm ³ (273.6 in ³)
Régimen máximo en vacío.....	2380-2480 rpm
Régimen máximo en carga.....	2200 rpm
Par máximo.....	516 Nm (380.5 lbf ft)

Fuente: Manual de operación; Retrocargador New Holland. 2007

- **Sistema refrigerante**

Tipo.....	Caudal máximo bajo presión
Tipo de correa.....	8 Gargantas en serpentín

Fuente: Manual de operación; Retrocargador New Holland. 2007

- **Sistema de combustible**

Bomba de inyección, tipo.....	Bosch rotativa VE
Corte de entrada del combustible.....	Solenoide
Calado.....	1mm

Fuente: Manual de operación; Retrocargador New Holland. 2007

- **Transmisión**

Powershuttle 4X4.....	4 Marchas adelante y 4 marchas atrás
Relación del convertido de par.....	2,63: 1

Fuente: Manual de operación; Retrocargador New Holland. 2007

- **Capacidades de fluidos y lubricantes**


ITEM	DESCRIPCIÓN	CAPACIDAD (Litros)	CAPACIDAD (Galones)
1	Depósito de Combustible	135	35.5
2	Refrigeración con cambio de filtro	12 de Agua	6.3
		12 Agriflu	
3	Carter (Aceite de motor)	12,8	3.4
4	Transmisión	18	4.7
5	Tándem (cada eje)	29	7.6

6	Sistema hidráulico y deposito	118	31.1
7	Eje trasero	13.6	3.6
8	Reductor del gira circulo	2.8	0.75

Fuente: Autores del proyecto. 2011

ANEXO B

Solicitud de mantenimiento

	SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD	CODIGO: RAB00-12-I
	PROCESO ADQUISICIÓN DE BIENES Y SERVICIOS	FECHA:
	INFORME DE ACTIVIDADES	VERSION: 01
SOLICITUD DE MANTENIMIENTO		
FECHA:	Nº:	
EQUIPO:	ZONA:	
NÚMERO INTERNO:		
TRABAJOS A REALIZAR		
TALLER:		
Autoriza:		
Ing. Coordinador Mantenimiento		

ANEXO D

Check list

SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTE. GOBERNACIÓN DE CASANARE			FOTO MAQUINA Y OPERADOR
LISTA DE CHEQUEO			
FECHA	HOROMETR O _____	_____	
CLASE	KILOMETRA JE _____	_____	
MARCA	MODELO _____	_____	
PLACA	NUMERO INTERNO _____	_____	
MOTOR	SERIE _____	_____	
A. EQUIPO DE PREVENCION Y SEG.	S N	F. MOTOR Y COMPONENTES	S N
CINTURONES DE	<input type="checkbox"/>	NIVELES (ACEITES, AGUA,	<input type="checkbox"/>
SEGURIDAD	<input type="checkbox"/>	FRENOS, TRANSMISION)	<input type="checkbox"/>
LLANTAS Y	<input type="checkbox"/>	ESTADO DEL RADIADOR	<input type="checkbox"/>
REPUESTO	<input type="checkbox"/>	CORREA, MANGUERAS,	<input type="checkbox"/>
CONOS Y TACOS	<input type="checkbox"/>	CABLES Y ABRAZADERAS	<input type="checkbox"/>
GATO Y CRUSETA	<input type="checkbox"/>	BATERIA	<input type="checkbox"/>
JUEGO DE	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
HERRAMIENTAS	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

SEÑALES REFLECTIVAS		
BOTIQUIN EXTINTOR		
LINTERNA CHALECO REFLECTIVO		
CARPA PLATON		

B. ESTADO ORIGINAL DEL VEHICULO

	S	N
LATAS O LAMINAS		
GUARDABARROS		
DEFENSAS O BOMPER		
CIERRE DE PUERTAS Y CAPO		
FIJACION DE SILLAS		
ESPEJOS		
PISOS		
DEPOSITO DE COMBUSTIBLE		

C. DEBAJO DEL VEHICULO

S N

OBSERVACIONES

G. ESTADO MECÁNICO

S N

ALINEACION DE DIRECCIÓN
 SUSPENSION
 SISTEMA DE DIRECCIÓN
 FRENOS DE EMERGENCIA, PARQUEO
 TUBOS, MANGUERAS, CIRCUITOS DE FRENOS
 BOMBA FRENOS DE AIRE Y COMPONENTES
 MANGUERA, OBTURADORES, FRENOS, REMOLQUE

OBSERVACIONES

H. LUCES

S N

UNIDADES

ALCANCES DE LUCES

RESORTES		
TUBOS Y MANGUERAS		
AMORTIGUADORES		
UNIONES		
CADENAS DEL CARDAN		
OBSERVACIONES	_____	

INTENSIDAD		
AJUSTE VERTICAL Y HORIZONTAL		
LUCES AUXILIARES DELANTERAS Y TRASERAS		
LUCES DE FRENOS		
LUCES DIRECCIONALES O GIROS		
LUCES DE EMERGENCIA		
LUCES DE RETROCESO		
LUCES PARA LAS PLACAS		
LUCES DE MARACION LATERAL		

D. LLANTAS Y RINES	S	N
LABRADO Y PRESION		
PERNOS, TUERCAS Y ROSCAS		
ESTADO DE LOS RINES		
OBSERVACIONES	_____	

OBSERVACIONES	_____	

E. ACCESORIOS DE CABINA	S	N
--------------------------------	---	---

I. EMISION CONTAMINANTE	S	N
SISTEMA DE ESCAPE		
EMISION DE GASES		
NIVELES DEL RUIDO DEL EXOSTO Y EL MOTOR		
NIVELES DE RUIDO DE LA BOCINA		

<p>TAPICERIA</p> <p>PARASOLES</p> <p>APOYA CABEZA</p> <p>PEDALES DE FRENOS</p> <p>INDICADORES DEL TABLERO</p> <p>VISIBILIDAD</p> <p>OBSERNACIONES</p>	<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 30px; height: 30px;"></td><td style="width: 30px; height: 30px;"></td></tr> <tr><td style="width: 30px; height: 30px;"></td><td style="width: 30px; height: 30px;"></td></tr> <tr><td style="width: 30px; height: 30px;"></td><td style="width: 30px; height: 30px;"></td></tr> <tr><td style="width: 30px; height: 30px;"></td><td style="width: 30px; height: 30px;"></td></tr> <tr><td style="width: 30px; height: 30px;"></td><td style="width: 30px; height: 30px;"></td></tr> <tr><td style="width: 30px; height: 30px;"></td><td style="width: 30px; height: 30px;"></td></tr> </table>													<p>OBSERVACIONES</p>
<p>APROBADO</p> <p>OBSERVACIONES</p>	<p>RECHAZADO</p> 													
<p>REVISADO POR:</p> <p>CONDUCTOR/OPERADOR:</p>	<p>VB° JEFE BANCO DE MAQUINARIA</p> <p>C.C.</p>	<p>TELEFONO</p>												

ANEXO E

Revisión, mantenimiento y rendimiento diario de la maquinaria

República de Colombia Departamento de Casanare	Proyecto Mantenimiento Vías Terciarias	Pensando en Todos	
REVISION, MANTENIMIENTO Y RENDIMIENTO DIARIO DE LA MAQUINARIA			
Fecha de inicio _____ VIA : _____		MUNICIPIO: No. INTERNO _____	
MES: _____		MAQUINARIA AMARILLA	
DESCRIPCIÓN O ACTIVIDAD			C
TENSION CORREAS			(B): BUEN ESTADO
NIVEL AGUA, RADIADOR, MANGUERAS			
FILTRO 1º Y 2º DE AIRE			
NIVEL DE ACEITE DEL MOTOR			
NIVEL DE COMBUSTIBLE			
PURGA TANQUE AIRE			
PURGA TANQUE COMBUSTIBLE			
FUGAS ACEITE			(R): REGULAR ESTADO
FUGAS COMBUSTIBLE			
FUGAS AIRE COMPRIMIDO			
ESTADO Y PRESION LLANTAS			
TUERCAS, PERNOS Y RUEDAS			
ZAPATAS Y CADENAS			
RUEDAS MOTRICES-GUIAS Y RODILLOS			
FRENOS			(M): MAL ESTADO
FUNCIONAMIENTO CLUTCH			
FUNCIONAMIENTO TABLEROS			
FUNCIONAMIENTO LUCES			
BRAZOS HIDRAULICO			
CUCHILLAS Y ESQUINERAS			
FUNCIONAMIENTO PALANCAS			
NIVEL ACEITE HIDRÁULICO			
NIVEL ACEITE SERVOTRANSMISION			
ENGRASE Y LUBRICACIÓN			
BATERIA			
OBSERVACIONES:			
_____		NOMBRE OPERADOR _____	

MANTEENIMIENTO _____		FIRMA OPERADOR _____	

		FIRMA ING. MECANICO:	

Página 1