

**IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
PARA LA MAQUINARIA PESADA DE LA EMPRESA INVERGLOBAL INC
LTDA.**

JOSE DANIEL RUIZ PINZON

**ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
BARRANCABERMEJA
2009**

**IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
PARA LA MAQUINARIA PESADA DE LA EMPRESA INVERGLOBAL INC
LTDA.**

INFORME FINAL DE PRÁCTICA

**JOSE DANIEL RUIZ PINZON
ID: 000068715**

**Presentado a:
GILBERTO FONTECHA
Ingeniero Mecánico**

**ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
BARRANCABERMEJA
2009**

CONTENIDO

	Pág.
OBJETIVOS	12
1. MARCO REFERENCIAL	14
1.1 RESEÑA HISTORICA	14
1.1.1 La Primera Generación	14
1.1.2 La Segunda Generación	15
1.1.3 La Tercera Generación	15
1.2 MARCO TEORICO	16
1.2.1 Mantenimiento Preventivo	17
2. DISEÑO METODOLOGICO	21
3. POBLACIÓN Y MUESTRA	23
4. FICHA TECNICA	24
5. HOJA DE VIDA	25
6. ESTADO DE EQUIPO	26
7. LISTADO DE CHEQUEO (PREOPERACIONAL)	27
8. PROGRAMA DE LUBRICACIÓN Y MANTENIMIENTO	28
9. LISTADO DE REPUESTOS	29
10. RESULTADOS Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS	30
10.1 ESTADO DE EQUIPOS	30
10.1.1 Motoniveladora John Deere 672-B	30
10.1.2 Grúa sobre Camión Terex T340	32
10.1.3 Retroexcavadora Caterpillar 320 CU	33
10.1.4 Minicargador Caterpillar 262B	34
10.2 REPORTES DE TIEMPO	36
10.2.1 Motoniveladora John Deere 672B	36
10.2.2 Grúa sobre Camión Terex T340	38

10.3 COSTOS MANTENIMIENTO CORECTIVO RETROEXCAVADORA	
CATERPILLAR 320CU	40
10.3.1 Análisis de Gastos de Reparación	42
10.4 GESTIÓN DE INVENTARIO	43
CONCLUSIONES	44
RECOMENDACIONES	45
BIBLIOGRAFIA	46
CIBERGRAFIA	47
ANEXOS	48

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ciclos de Mantenimiento Preventivo	17
Figura 2. Metodología para la implementación de un programa de mantenimiento preventivo.	21
Figura 3. Estado de equipo. Motoniveladora 672-B, febrero 15 de 2009.	31
Figura 4. Estado de equipo. Motoniveladora 672-B, mayo 31 de 2009.	31
Figura 5. Estado de equipo. Grúa T340, febrero 15 de 2009.	32
Figura 6. Estado de equipo. Retroexcavadora Caterpillar 320CU, febrero 15 de 2009	33
Figura 7. Estado de equipo. Retroexcavadora Caterpillar 320CU, mayo 30 de 2009	34
Figura 8: Estado de equipo. Minicargador Caterpillar 262B, febrero 15 de 2009	35
Figura 9: Estado de equipo. Minicargador Caterpillar 262B, Mayo 31 de 2009	35
Figura 10. Distribución de tiempo. Motoniveladora John Deere 672B	36
Figura 11. Distribución de tiempo en %. Motoniveladora John Deere 672B	37
Figura 12. Dinero no recibido por efecto de mantenimiento, descanso y logística	37
Figura 13. Distribución de tiempo GRUA T-340	38
Figura 14. % Distribución de tiempo GRUA T-340	39
Figura 15. Dinero no recibido por efecto de mantenimiento, descanso y logística	39
Figura 16. Gastos en repuestos vs. Mano de obra para reparación de retroexcavadora 320CU.	42
Figura 17. Gastos mantenimiento eléctrico vs. Mantenimiento mecánico en reparación de retroexcavadora 320CU.	42

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Equipos Inverglobal	23
Tabla 2. Equipos que componen el Sistema de Mantenimiento	23
Tabla 3. Gastos por mano de obra para reparación Retro excavadora 320CU	41
Tabla 4. Gastos por repuestos para reparación Retro excavadora 320CU	41

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Ficha Técnica	49
Anexo 2. Hoja de Vida	50
Anexo 3. Estado de Equipo	51
Anexo 4. Preoperacional	52
Anexo 5. Mantenimiento y Lubricación	53
Anexo 6. Listado de Repuestos	54
Anexo 7. Control de Tiempo	59

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA PESADA DE LA EMPRESA INVERGLOBAL INC LTDA.

AUTOR(ES): JOSE DANIEL RUIZ PINZON

FACULTAD: Facultad de Ingeniería Mecánica

DIRECTOR(A): GILBERTO FONTECHA DULCEY

RESUMEN

La presente práctica presenta el diseño e implementación de un programa de mantenimiento preventivo soportado en una base de datos para registrar las rutinas de mantenimiento preventivo, las acciones y plazos para la limpieza, comprobación, ajuste, lubricación y sustitución de repuestos, para la maquinaria pesada y equipos de la empresa INVERGLOBAL INC Ltda. Aplica un diseño metodológico mixto: cuantitativo y cualitativo. Dicha metodología considera como un elemento fundamental, complementar la información estadística con la percepción actual de los equipos. Partiendo de la información que es suministrada por los fabricantes, y la que posea la empresa sobre la operación de los equipos (contexto operacional), se elaboran los formatos necesarios para el registro del diagnóstico inicial, para el registro de las actividades de mantenimiento y operación. Durante la ejecución del programa, se realiza seguimiento al funcionamiento de los equipos, utilizando para esto los registros de las hojas de vida y los informes presentados por los operadores. Finalmente se compila toda la información allegada para soportar la gestión y permitir darle continuidad al programa, planificando los futuros mantenimientos. Con la implementación del plan de mantenimiento se logró mejorar la capacidad

operativa de los cuatro equipos analizados. Ningún equipo presenta problemas crónicos que pongan en riesgo la seguridad, el medio ambiente ni su propia integridad. Las actividades programadas representan un ahorro para la empresa, tanto en tiempo como en recursos. Los mayores gastos de mantenimiento se presentan en mantenimientos correctivos, por lo cual se hace evidente evitar su ocurrencia al máximo mediante los reportes a tiempo de fallos potenciales. Mientras en un mantenimiento preventivo se reacondiciona y se cambia una pieza para evitar que falle, en un mantenimiento correctivo se debe reparar y cambiar una parte dañada que en su mal funcionamiento pudo haber afectado otros componentes.

PALABRAS CLAVES:

**MANTENIMIENTO, PREVENTIVO, CORRECTIVO,
LUBRICACION, RUTINAS, REPUESTOS, EQUIPOS,
REPARAR**

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY FINAL GRADUATION WORK

TITLE: IMPLEMENTATION OF A PREVENTIVE MAINTENANCE PROGRAM FOR THE HEAVY EQUIPMENT IN THE COMPANY INC INVERGLOBAL LTDA.

AUTHOR: JOSE DANIEL RUIZ PINZON

FACULTY: Faculty of Mechanical Engineering

DIRECTOR: GILBERTO FONTECHA DULCEY

This internship presents the design and implementation of a preventive maintenance program supported by a database for registering the preventive maintenance routines, actions and deadlines for cleaning, testing, adjustment, lubrication and replacement of spare parts for heavy machinery and equipment in the company INC INVERGLOBAL LTDA. The approach applied involves a mixed methodological design: quantitative and qualitative. This approach considers as essential, complementary statistical information with the current perception of the machine. Based on the information supplied by manufacturers, and that the company holds on the operation of the equipment (operational context), it is possible to produce the necessary forms for registering the initial diagnosis, thus registering the activities of maintenance and operation. During the program implementation, monitoring is done to the operation of equipment using these machinery records and reports submitted by operators. Finally it is compiled all the information provided to support the management and giving out program continuity, planning for future maintenance. Through the implementation of the maintenance plan, it was possible to improve the operational capacity of all the four machines analyzed. The Machines didn't present any problems that chronically endanger the safety, the environment or their own integrity. The activities represent savings for the company, both in time and resources. The major maintenance costs are presented in corrective maintenance, thus preventing its occurrence becomes evident through the full-time reporting of potential failures. Preventive maintenance consists in changing and refurbishing a piece to avoid failures; a

corrective maintenance consists in repairing a damaged part that could affect other components.

KEY WORDS: MAINTENANCE, PREVENTIVE, CORRECTIVE, LUBRICATION, ROUTINE, PARTS, EQUIPMENT, REPAIR

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

Diseñar e implementar el programa mantenimiento que describa las tareas de mantenimiento preventivo, las acciones y plazos para la limpieza, comprobación, ajuste, lubricación y sustitución de piezas, para la maquinaria pesada y equipos de la empresa INVERGLOBAL INC Ltda., este programa tiene como finalidad asegurar la funcionalidad a niveles de eficiencia óptimos para los equipos que lo componen.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Implementar un sistema de información compuesto por fichas técnicas, hojas de vida, planes y rutinas de mantenimiento preventivo de los equipos y formatos de inspección que sirvan para asegurar que la empresa cuente con la información necesaria para realizar mantenimiento a los equipos en cualquier momento y que sea entendible por el personal a cargo del mantenimiento y operación de los equipos. Resultado: fichas técnicas, las hojas de vida, los planes o rutinas de mantenimiento preventivo. Indicador: Numero de mantenimientos programados, realizados según la información consignada en el sistema de información (Soportado en registros firmados).
- Realizar reporte de todos los mantenimientos correctivos realizados a los equipos durante el funcionamiento del programa de mantenimiento, que sirvan para identificar las causas y acciones preventivas que en el futuro evitaren paro de los equipos a causa de los mismos problemas. Resultado: reporte de todos los mantenimientos correctivos. Indicador: Acciones preventivas
- Elaborar informe que registre el estado de los equipos antes de la implementación del plan de mantenimiento y su estado al finalizar la práctica, teniendo como punto de comparación la disponibilidad operativa de los equipos. Resultado: Informe Comparativo de estado de equipos (Análisis de registros). Indicador: Disponibilidad operativa de los equipos (Registro – Reporte de estado de equipo).
- Establecer un inventario mínimo de repuestos requerido, que se encuentren correctamente identificados según los manuales de partes de los equipos. Resultado: Inventario mínimo de repuestos. Indicador: Las referencias de los repuestos del inventario deben coincidir con las referencias de las partes que se encuentran en los planos y despieces de los manuales de partes.
- Presentar un informe final de medición del programa de mantenimiento preventivo en el cual se registren y analicen los gastos por mano de obra y por materiales; número de equipos con problemas crónicos, porcentaje de mantenimientos preventivos con respecto a mantenimientos correctivos,

valor corriente de inventario, comparativo de inventario contra costo flujo cesante. Resultado: Informe de medición del programa de mantenimiento preventivo. Indicador: Ventajas y desventajas de la aplicación de programa de mantenimiento a la maquinaria de la empresa.

1. MARCO REFERENCIAL

Según el libro “Mantenimiento Centrado en Confiabilidad”, en su capítulo introductorio, durante los últimos veinte años, el mantenimiento ha cambiado, quizás más que cualquier otra disciplina gerencial. Estos cambios se deben principalmente al enorme aumento en número y en variedad de los activos físicos (planta, equipamiento, edificaciones) que deben ser mantenidos en todo el mundo, diseños más complejos, nuevos métodos de mantenimiento y sus responsabilidades.

John Moubray en su libro “Mantenimiento Centrado en Confiabilidad” nos ilustra como en la administración de mantenimiento ha tomado gran importancia el grado de afectación que tienen las fallas sobre la seguridad y el medio ambiente. Se ha adquirido conciencia de la relación entre el mantenimiento y la calidad del producto, y la presión de alcanzar una alta disponibilidad al menor costo posible. Estos nuevos retos han llevado al personal a cargo del mantenimiento a pensar y actuar como ingenieros y como gerentes.

Ante un mundo envueltos en constantes cambios, se busca reducir al máximo las posibilidades de fallas y o de eventos que afecten la correcta operación, *“se busca una estructura estratégica que sintetice los nuevos desarrollos en un modelo coherente, para luego evaluarlo y aplicar el que mejor satisfaga las necesidades de las compañías.”*¹

1.1 RESEÑA HISTORICA²

Desde la década de los 30 se puede seguir el rastro de la evolución del mantenimiento a través de tres generaciones. El RCM está tornándose rápidamente en la piedra fundamental de la Tercera Generación, pero esta generación solo se puede ver en perspectiva, y a la luz de la Primera y Segunda Generación.

1.1.1 La Primera Generación. Esta cubre el periodo que se extiende hasta la segunda Guerra Mundial. En esos días la industria no estaba altamente mecanizada, por lo que el tiempo de parada de maquinaria no era de mayor importancia. Esto significaba que la prevención de las fallas en los equipos no era una prioridad para la mayoría de los gerentes. A su vez la mayor parte de los equipos era simple, y la gran mayoría estaban sobredimensionados. Esto los hacía confiables y fáciles de reparar. Como resultado no había necesidad de un

¹ MOUBRAY, John M. Mantenimiento Centrado en confiabilidad. Lillington: Edwards Brothers, 2004. 1-2.

² Ibid., p.2-6.

mantenimiento sistemático más allá de una simple rutina de limpieza, servicio y lubricación. Se necesitaban menos habilidades para realizar el mantenimiento que hoy en día.

1.1.2 La Segunda Generación. Durante la segunda guerra mundial todo cambió drásticamente. La presión de los tiempos de guerra aumentó la demanda de todo tipo de bienes, al mismo tiempo que decaía abruptamente el número de trabajadores industriales. Esto llevó a un aumento en la mecanización. Ya que en los años 50 había aumentado la cantidad y complejidad de todo tipo de maquinas. La industria aumentaba empezando a depender de ellas.

Al incrementarse esta dependencia, comenzó a concentrarse la atención en el tiempo de parada de máquina. Esto llevó a la idea de que las fallas en los equipos podían y debían ser prevenidas, dando lugar al concepto de mantenimiento preventivo. En la década del sesenta esto consistió principalmente en reparaciones mayores a intervalos regulares prefijados.

El costo del mantenimiento comenzó a crecer rápidamente con relación a otros costos operacionales. Esto llevó al desarrollo de sistemas de planeamiento y control del mantenimiento. Estos ciertamente ayudaron a tener el mantenimiento bajo control y han sido establecidos como parte de la práctica del mantenimiento.

Por ultimo, la suma de capital ligado a activos fijos junto con un elevado incremento en el costo de ese capital, llevó a la gente a buscar la manera de maximizar la vida útil de estos activos/ bienes.

1.1.3 La Tercera Generación. Desde mediados de la década del setenta el proceso de cambio en la industria ha adquirido aún más impulso. Los cambios han sido clasificados en: nuevas expectativas, nuevas investigaciones, y nuevas técnicas.

a. Nuevas Expectativas. Una mayor automatización también significa que más y más fallas afectan nuestra capacidad de mantener parámetros de calidad satisfactorios. Esto se aplica tanto para parámetros de servicio como para la calidad del producto. El aumento de fallas también presenta repercusión en el medio ambiente y la seguridad, al tiempo que se elevan los requisitos en estas áreas.

De la misma forma en que crece la dependencia de los activos físicos, crece el costo de tenerlos y operarlos. Para asegurar el máximo retorno de la inversión que representa tenerlos, deben mantenerse trabajando eficientemente tanto tiempo como se requiera. Por último el costo de mantenimiento aún está aumentando, tanto en términos absolutos como en proporción del gasto total. En algunas industrias representa ahora el segundo ítem más alto, o hasta el más alto costo

operativo. En consecuencia, en sólo treinta años ha pasado de ser un costo casi sin importancia a estar en la más alta prioridad en el control de costos.

b. Nuevas investigaciones. En un principio la idea era simplemente que a medida que los elementos envejecían eran más propensos a fallar. Una creciente conciencia de la “mortalidad infantil” llevó a la Segunda Generación a creer en la curva de “bañera”.

Sin embargo, investigaciones en la Tercera Generación revelan no uno ni dos sino seis patrones de falla que realmente ocurren en la práctica. Una de las conclusiones más importantes que se deduce de las investigaciones de los patrones de falla es que un gran número de tareas que surgen de los conceptos tradicionales de mantenimiento, a pesar de que se realicen exactamente como se planeó, no logran ningún resultado, mientras que otras son contraproducentes y hasta peligrosas.

En otras palabras la industria en general es devota a prestar mucha atención para hacer las tareas de mantenimiento correctamente, pero se necesita hacer mucho más para asegurarse que los trabajos que se planean son los trabajos que deben hacerse.

c. Nuevas técnicas. Ha habido un crecimiento explosivo de nuevos conceptos y técnicas de mantenimiento. Cientos de ellos han sido desarrollados en los últimos veinte años, emergen aún más cada semana.

Los nuevos desarrollos incluyen:

- Herramientas de soporte para la toma de decisiones, tales como el estudio de riesgo, análisis de modos de falla y sus efectos, y sistemas expertos.
- Nuevos métodos de mantenimiento, tal como el monitoreo de condición.
- Diseño de equipos, con un mayor énfasis en la confiabilidad y facilidad para el mantenimiento
- Un drástico cambio en el modo de pensar la organización hacia la participación, trabajo en grupo y flexibilidad.

Uno de los mayores desafíos que enfrenta el personal de mantenimiento es no sólo aprender qué son estas técnicas sino decidir cuáles valen la pena y cuáles no para sus propias organizaciones. Si hacemos elecciones adecuadas es posible mejorar el rendimiento de los activos y al mismo tiempo contener y hasta reducir el costo del mantenimiento. Si hacemos elecciones inadecuadas se crean nuevos problemas mientras empeoran los que ya existen.

1.2 MARCO TEORICO

1.2.1 Mantenimiento Preventivo³. Son las actividades ejecutadas para prevenir y detectar condiciones que lleven a interrupciones de la producción, averías y deterioro acelerado del equipo, ejecutadas en un paro programado basado en un análisis cíclico.

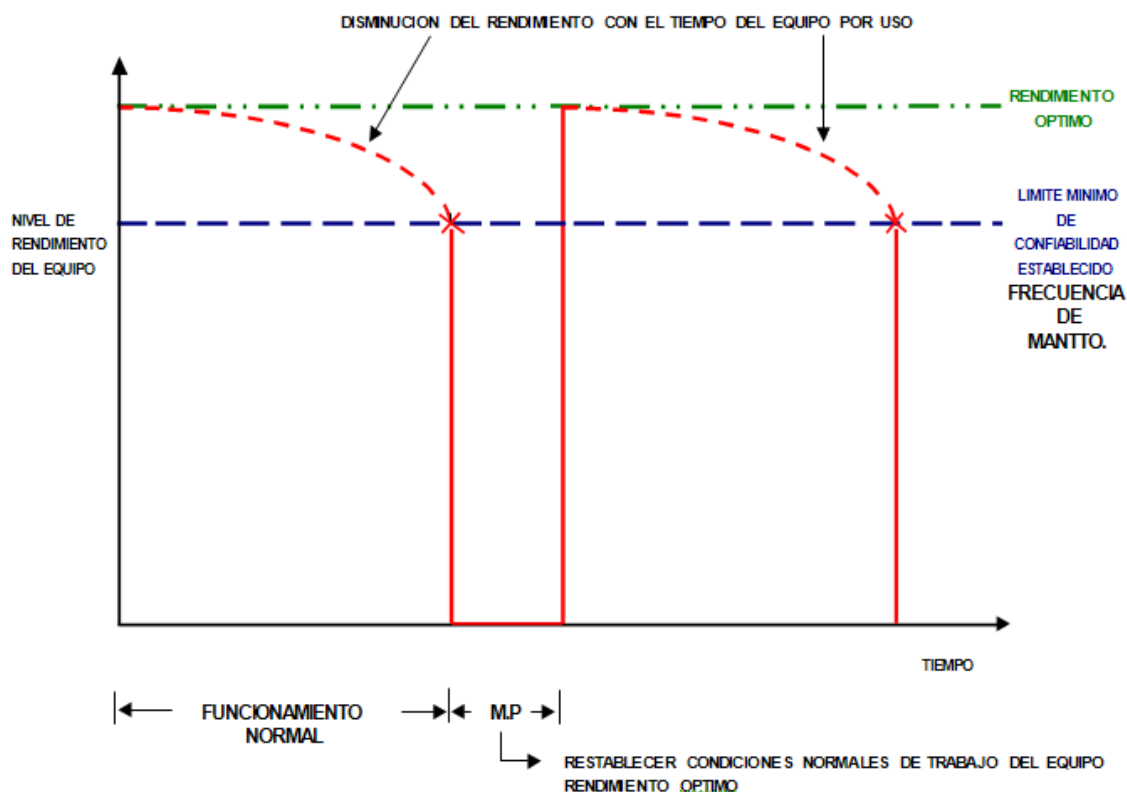
Las actividades realizadas en los mantenimientos preventivos nos deberán garantizar que el equipo será confiable hasta su próxima intervención.

a. Ciclo del Mantenimiento Preventivo

La figura 1. Nos ilustra el comportamiento de los ciclos de mantenimiento preventivo. Estos están compuestos por periodos de funcionamiento normal del equipo durante los cuales el nivel de rendimiento desciende desde un nivel óptimo hasta un punto donde se alcanza el límite de confiabilidad. Este punto es quien determina la frecuencia de mantenimiento, ya que cada vez que el equipo alcance este punto, es necesario realizar las actividades de mantenimiento pertinentes para restablecer las condiciones normales de trabajo del equipo (Rendimiento óptimo).

Figura 1. Ciclos de Mantenimiento Preventivo

³ Mantenimiento mundial. Determinación de la frecuencia óptima de mantenimiento preventivo. <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mmnew/bib/notas/10frecuencia.pdf> (Consultado: 10/01/09)



Fuente: Mantenimiento mundial. Determinación de la frecuencia óptima de mantenimiento preventivo. <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mmnew/bib/notas/10frecuencia.pdf> (Consultado: 10/01/09)

b. Consecuencias de frecuencias inadecuadas en el Mantenimiento Preventivo. El exceso o la insuficiencia de Mantenimiento Preventivo aplicado a los equipos tendrá consecuencias negativas que afectarán tanto a la Disponibilidad como a la Confiabilidad, por lo anterior es de vital importancia determinar la frecuencia óptima de Mantenimiento a los equipos y evitar caer en un *Sobre-mantenimiento* o en un *Bajo-mantenimiento* que en ambos casos reflejan altos costos y baja disponibilidad como se indica a continuación

- **SUB-MANTENIMIENTO (BAJO MANTENIMIENTO)**

Bajo costo de Mantenimiento Preventivo.

Alto costo de Mantenimiento Correctivo.

Pérdidas productivas por baja disponibilidad a causa de fallas en el equipo.

Alto costo por consumo e inventario de refacciones.

- **SOBRE-MANTENIMIENTO (EXCESO DE MANTENIMIENTO)**

Alto costo de Mantenimiento Preventivo

Bajo costo de Mantenimiento Correctivo

Pérdidas productivas por baja disponibilidad debido al exceso de paros programados de mantenimiento al equipo.

Alto costo por consumo e inventario de refacciones.

c. Ventajas de un Programa de Mantenimiento Preventivo

Un programa de mantenimiento preventivo tiene entre otras las siguientes ventajas:

1. Con el tiempo se disminuyen los paros imprevistos de equipos, que son reemplazados por para programados.
2. Se mejora notoriamente la eficiencia de los equipos y por lo tanto de la producción.
3. Después del tiempo de estabilización del programa, se obtienen una reducción real de costos de la siguiente manera:
 - Al disminuir las fallas repetitivas.
 - Por disminución de duplicación de reparaciones: una para desvarar el equipo y otra para repararlo adecuadamente.
 - Por disminución de grandes reparaciones, al programar oportunamente las fallas incipientes.
 - Por mejor control del trabajo debido a la utilización de programas y procedimientos adecuados.
 - Menores costos de producción por menos cantidad de productos defectuosos, debido a la correcta graduación de los equipos.

d. Limitaciones del Mantenimiento Preventivo⁴

⁴ Martínez Rolon, Sandra Milena Programa de mantenimiento preventivo Parquautomotor de Norgas S.A ESP. -- Bucaramanga: Universidad Pontificia Bolivariana-Seccional Bucaramanga, 2005

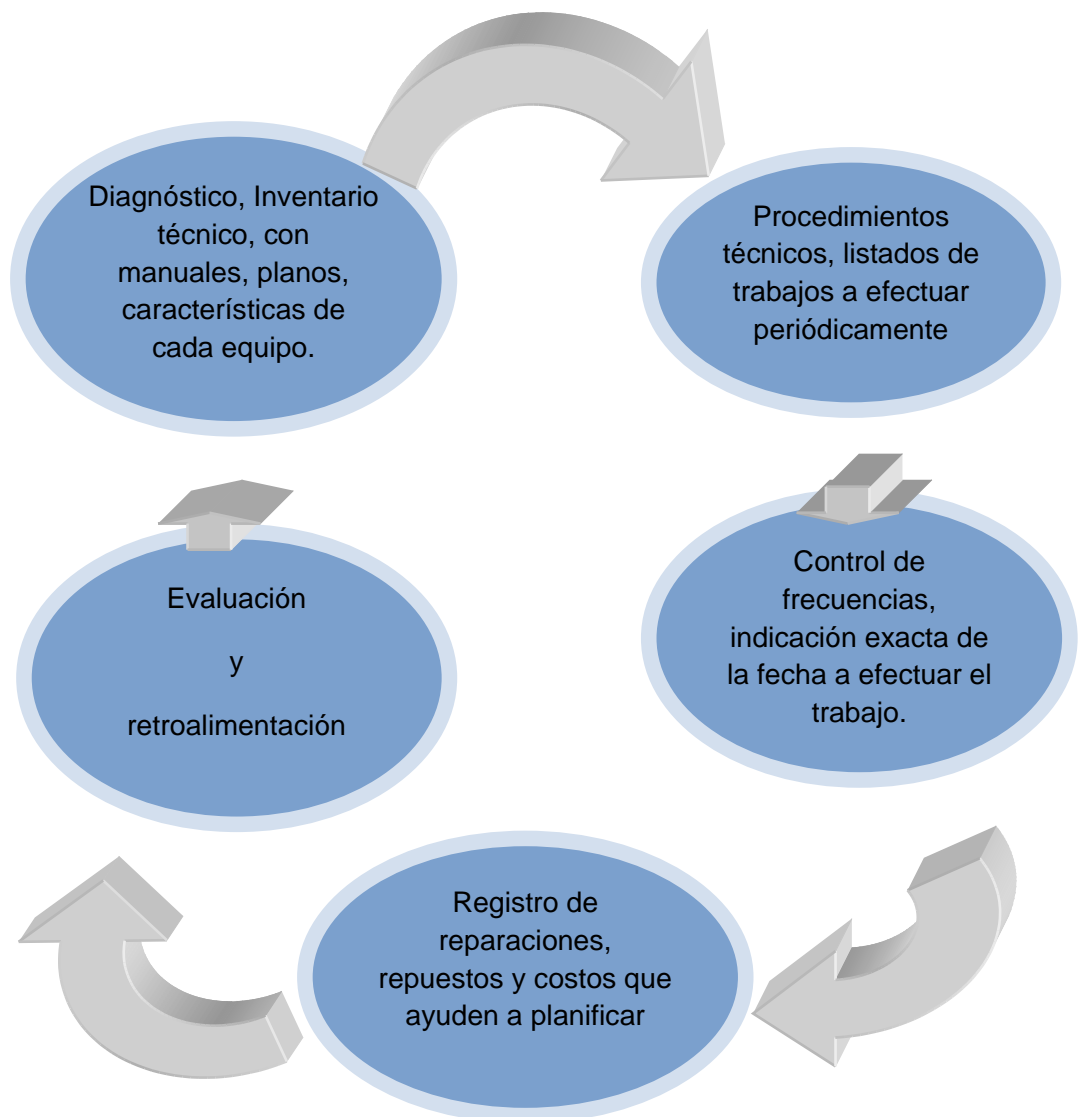
No obstante el mantenimiento preventivo tiene ciertas limitaciones:

1. Inicialmente pueden aumentarse aparentemente los costos de mantenimiento debido a que se deben seguir programas de frecuencias y fechas calendario que antes no se llevaban a cabo, sino que se trabajaba hasta que el equipo se dañara o cuando el operador consideraba conveniente. Igualmente los costos de lubricantes y otros insumos posiblemente aumenten, ya que anteriormente no se gastaban con la frecuencia requerida para lograr el correcto funcionamiento del equipo.
2. Se generan costos administrativos por diseño de formatos, registros de equipos, búsqueda de información consignación de datos, programación, etc. Posiblemente se requiera mínimo una persona adicional para encargarse de estas labores.
3. Posiblemente se deba para la producción mas veces que antes, al menos inicialmente, para cumplir los programas de inspección, lubricación, etc. Sin embargo estos paros serán programados, permitiendo a producción adecuar sus propios programas con la debida anticipación.

2. DISEÑO METODOLOGICO

Para la presente práctica se aplica un diseño metodológico mixto: cuantitativo y cualitativo. Dicha metodología se considera como un elemento fundamental, complementar la información estadística con la percepción del investigador, logrando una visión más profunda y contextualizada de la realidad, mediante la integración, por combinación, de una aproximación cuantitativa y cualitativa.

Figura 2. Metodología para la implementación de un programa de mantenimiento preventivo.



Fuente: Jose Daniel Ruiz Pinzón

La presente metodología se extrae de los artículos: “Mantenimiento preventivo Parte 1” y “Mantenimiento Preventivo Parte 2” publicados por SIMA. En estos artículos se describen los pasos a seguir para la correcta implementación de un programa de mantenimiento preventivo.

La figura 2. Presenta la secuencia que rige el desarrollo metodológico a seguir para alcanzar los objetivos planteados. Para el desarrollo del presente trabajo la documentación técnica de cada equipo es de gran importancia, ya que todos los equipos son diferentes y no se cuentan con registros en la empresa que nos sirvan de referente para la implementación del programa de mantenimiento. Por esta razón, inicialmente nos apoyaremos en la información que suministre el fabricante (Planos, manuales, recomendaciones, etc.) y posteriormente el mismo sistema será el que nos suministre la información para mejorar el programa.

Partiendo de la información que nos suministran los fabricantes, y la que posea la empresa sobre la operación de los equipos (contexto operacional), se elaboran los formatos que necesarios para el registro del diagnóstico inicial, para el registro de las actividades de mantenimiento y operación. Estos formatos registran las actividades de mantenimiento tanto preventivo como correctivo.

Cuando el programa ya se encuentre en marcha, se procederá a realizar seguimiento al funcionamiento de los equipo, utilizando para esto los registros de las hojas de vida de los equipos y los informes que presenten los operadores. La información acá recopilada sirve para determinar si las rutinas propuestas garantizan la operatividad de los equipos o si es necesario modificarlas en busca de un mejor rendimiento.

Finalmente se registrará toda la información recopilada para soportar la gestión realizada y permitir darle continuidad al programa planificando los futuros mantenimientos.

Es importante enfatizar que el mantenimiento es un proceso cambiante que debe retroalimentarse de su propia experiencia y que depende de las condiciones en las cuales operen los equipos. Por esto se hace necesaria una evaluación periódica que permita identificar fortalezas y debilidades para adecuarse a las necesidades propias del cliente.

3. POBLACIÓN Y MUESTRA

INVERGLOBAL INC LTDA es una empresa que suministra vehículos, maquinaria y herramienta para el sector industrial con énfasis en la industria del petróleo.

La gerencia de la empresa está interesada en implementar un plan de mantenimiento para la maquinaria. La tabla No.1 presenta una relación de los equipos que posee la empresa. El listado es diverso en cuanto al tipo de equipos, pues todos tienen una aplicación diferente.

Tabla 1. Equipos INVERGLOBAL

EQUIPO	MARCA	MODELO
COMPRESOR 750 CFM	INGERSOLL RAND	XP-750
GRUA SOBRE CAMION	TEREX CRANES	T300
RECTROESCAVADORA 320 CU	CATERPILLAR	320C U
MOTONIVELADORA 672B	JOHN DEERE	672BX514668
PAJARITA 420 IT	CATERPILLAR	420D. REF:420DIT
CARGADOR (BOBCAT) 262B	CATERPILLAR	262B
MONTACARGA 4.5T	TOYOTA	6FDU35
PLATA ELECTRICA 4 LAMP	INGERSOLL RAND	LIGHT SOURCE. DPO2 JD

Fuente: Practica empresarial

Para la implementación del plan de mantenimiento se seleccionan los equipos relacionados en la tabla 2. Estos equipos son seleccionados, pues cuentan con los manuales de operación y mantenimiento, y son equipos que tienen una demanda de trabajo constante, algo que es necesario para poder observar los resultados de la aplicación del programa de mantenimiento.

Tabla 2. Equipos que componen el Sistema de Mantenimiento

EQUIPO	MARCA	MODELO
GRUA SOBRE CAMION	TEREX CRANES	T300
RECTROESCAVADORA 320 CU	CATERPILLAR	320C U
MOTONIVELADORA 672B	JOHN DEERE	672BX514668
CARGADOR (BOBCAT) 262B	CATERPILLAR	262B

Fuente: Practica empresarial

4. FICHA TECNICA

Este es un documento condensado de una página que contiene las especificaciones técnicas mínimas para identificar cada equipo. En la parte superior se encuentra el nombre del equipo, su marca, modelo, serie y año de fabricación. Siguiendo hacia abajo encontramos una imagen con las cotas de medidas. En la parte inferior se encuentra la descripción detallada del equipo a saber: Tamaño, peso, sistemas que la componen, capacidad, velocidad, tipo de lubricante y filtros que usa, etc.

Este documento lo porta el operador para poder identificar el equipo en el momento que lo requiera. También reposa una copia en la empresa. De antemano se sabe que en una hoja no es posible registrar todos los sistemas de los equipos, pero la idea es que contenga la información general.

Es de gran importancia tener a la mano información como el tamaño y peso, en caso de movilización del equipo. De igual forma saber la capacidad de sus tanques y tipo de aceite y combustible que emplea.

Ver Anexo 1.

5. HOJA DE VIDA

Este documento registra los trabajos en materia de mantenimiento y movimientos que se hagan a los equipos. La idea es llevar un registro de los mantenimientos realizados para poder programar los próximos según lo indique el plan de mantenimiento y rutinas de lubricación.

Aparte de contener la información como el nombre, marca y modelo del equipo; básicamente está compuesto por la descripción de la actividad que se realiza, la fecha en la que empezó y la fecha en que termina, el horómetro en el momento de la actividad y el responsable.

Ver Anexo 2.

6. ESTADO DE EQUIPO

El estado de equipo es un documento que se creó para evaluar la situación de cada uno de los sistemas que componen los equipos. El estado de equipo está compuesto por Ítems. Un ítem corresponde a un sistema del equipo (sistema, hidráulico, sistema de inyección, etc.) ó a un componente del equipo. Los ítem que se encuentren con problemas, se denominarán puntos de atención ó puntos que requieren atención.

La idea es que con una inspección minuciosa se pueda determinar que sistemas ó componentes requieren atención, y de esta forma programar el tipo de actividad requerida para corregir la falla o situación a mejorar en todo el sistema. Este documento se utilizó al principio y al final del programa para determinar los resultados de programa.

Ver anexo 3.

7. LISTADO DE CHEQUEO (PREOPERACIONAL)

Este documento muy similar al anterior, pues lista puntos de chequeo o verificación. Difiere del anterior en que estos chequeos se deben hacer de forma periódica, por lo general diariamente. La finalidad de realizar estos chequeos es asegurar que la operación del equipo no se va a ver afectada por una falla que se pueda evitar simplemente con una inspección. Este documento se toma como una medida para contribuir a la seguridad y a la no afectación del medio ambiente.

Como la mayoría de actividades en el mantenimiento preventivo la idea es prevenir que las fallas ocurran, mediante la identificación de fallas para corregirlas a tiempo.

Ver anexo 4.

8. PROGRAMA DE LUBRICACIÓN Y MANTENIMIENTO

Este documento es un cronograma de actividades de mantenimiento y lubricación que deben realizarse a los equipos con una periodicidad establecida por el fabricante de los equipos. Por lo general para este tipo de maquinaria los ciclos en que deben hacerse los mantenimientos son a las 8 horas, luego a las 80, luego a las 250 y a las 500 horas de trabajo según horometro.

Este programa debe implementarse de la mano con la hoja de vida de los equipos para asegurar que las actividades se realicen el momento indicado.

Ver Anexo 5.

9. LISTADO DE REPUESTOS

Todos los equipos poseen piezas que están expuestas a desgaste o envejecimiento. Por esta razón se hace necesario tener un listado de repuestos mínimos de recambio que garanticen disponibilidad en el momento de requerirse. Este listado se elaboró apoyado en los manuales de partes de los fabricantes que son quienes suministran estos repuestos. En el listado se listan las partes, se da su nombre, número de parte, ubicación en el equipo y número de página donde se encuentra en el manual. De esta forma buscamos asegurar la correcta selección de los repuestos.

Ver anexo 6.

10. RESULTADOS Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS

El sistema de información primero que todo brinda la oportunidad de determinar la información fundamental para la identificación de los equipos (Hoja de especificaciones), luego se encarga de registrar una serie de variables propias de cada equipo que sirven para cuantificar su rendimiento y posteriormente evaluar su rentabilidad frente a los costos del mantenimiento.

Los resultados que consignamos a continuación corresponden a los equipos seleccionados como muestra a analizar. El seguimiento y correspondiente análisis tiene lugar en el periodo comprendido entre el 15 de febrero y el 31 de mayo del presente año.

10.1 ESTADO DE EQUIPOS

Los estados de equipo son el primer acercamiento con los equipos y termómetro para determinar su estado y sus requerimientos en materia de mantenimiento. Estos fueron realizados entre el 15 y el 18 de febrero.

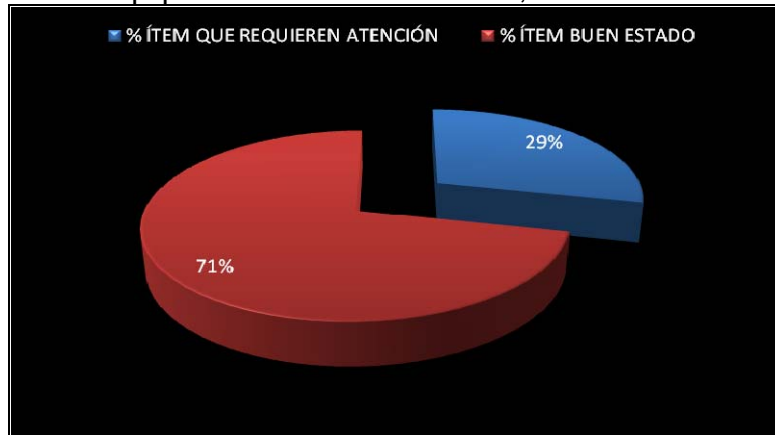
Entre el 30 y 31 de mayo se volvió a realizar la inspección de los equipos para verificar su estado luego de aproximadamente cuatro meses de haber realizado la inspección inicial. La finalidad de esta labor es comparar el estado para determinar el impacto del programa de mantenimiento.

10.1.1 Motoniveladora John Deere 672-B

a. Resultados Motoniveladora John Deere 672-B. Este estado de equipo está compuesto por 29 ítems correspondientes a los sistemas principales de la moto niveladora. Como resultado de la inspección encontramos que 9 ítems requerían atención.

Los ítems que requerían atención eran: Batería y cables, luces de chasis, filtros, sistema hidráulico, llantas, cuchillas de la pala, descalificadores, y puntas de los descalificadores.

Figura 3. Estado de equipo. Motoniveladora 672-B, febrero 15 de 2009.



Fuente: Practica Empresarial

La Figura 3. Es una representación del estado en que se encontraba la motoniveladora inicialmente el día 15 de febrero. Acá vemos como el 29% de sus sistemas requerían atención.

Finalizando el programa realizamos nuevamente la evaluación del estado del equipo obteniendo que solo dos ítems requerían atención.

Figura 4. Estado de equipo. Motoniveladora 672-B, mayo 31 de 2009.



Fuente: Practica Empresarial

La figura 4. Muestra que estos dos ítems corresponden al 7% de los sistema de la máquina. Revisando el estado de equipo encontramos que los dos ítems que requieren atención son:

- Compuertas de la cabina: Una de las compuertas no abre
- Sistema de aire acondicionado: el aire no está enfriando lo suficiente

b. Análisis Resultados Motoniveladora John Deere 672-B. Durante la aplicación del plan de mantenimiento se logro reducir el número de ítems que requieren atención en un 21%. Adicionalmente los puntos que requieren atención al finalizar el análisis, no afectan la operatividad del equipo y su mantenimiento se puede programar y la máquina seguirá funcionando normalmente.

Aunque la meta es alcanzar un 0% de ítem con fallas, eventualmente se permite la ocurrencia de fallas que no afecten la operatividad del equipo debido a que estos trabajan en campo y sale mas costoso movilizarlos que el mismo servicio que se debe realizar en estos casos se programa la actividad para cuando el equipo se encuentre en la base.

10.1.2 Grúa sobre Camión Terex T340

a. Resultados Grua sobre Camion Terex T340. Este estado de equipo está compuesto por 27 ítems correspondientes a los sistemas principales de la grúa. Como resultado de la inspección encontramos que 2 ítems requerían atención.

Los ítems que requerían atención eran: Lubricación y sistema hidráulico.

Figura 5. Estado de equipo. Grúa T340, febrero 15 de 2009.



Fuente: Practica Empresarial

La figura 5 muestra que solo el 7% por ciento de los ítem requerían atención cuando se realizó el diagnóstico inicial.

Los problemas que presentaba el equipo eran una fuga de hidráulico por un empaque, y problemas de lubricación por no contar con una engrasadora para lubricar bien los puntos requeridos.

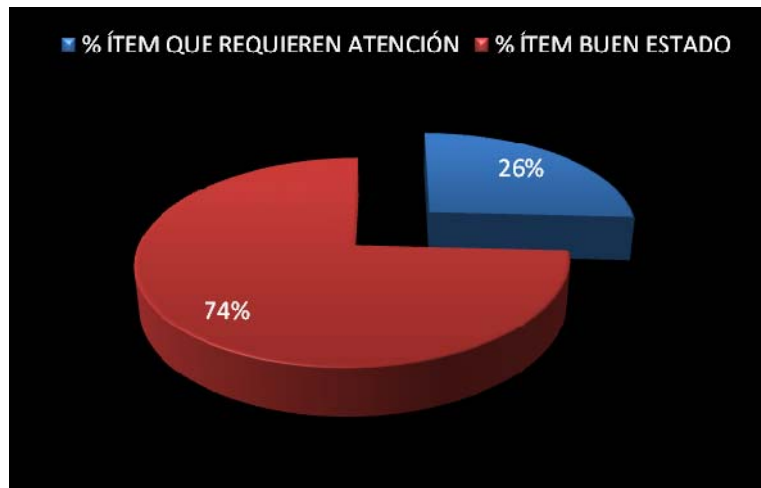
Esto se corrigió hasta el punto que en la inspección del 31 de mayo ningún ítem requería atención.

b Análisis Resultados Grua Terex T340. En este equipo no solo se redujo el porcentaje de puntos que requerían atención en un 7%, sino que adicionalmente alcanzamos el punto en que ningún ítem requiere atención, ahora el reto es mantenerlo mediante el correcto seguimiento de la condición del equipo.

10.1.3 Retroexcavadora Caterpillar 320 CU

a. Resultados Retroexcavadora Caterpillar 320 CU. Este estado de equipo está compuesto por 31 ítems. En la primera inspección encontramos que 8 de ellos requieren atención. Los puntos que requieren atención son: Cilindro del balde, bastidor y carrocería, barandas, compuertas de acceso, balde, dientes del balde y el espejo.

Figura 6. Estado de equipo. Retroexcavadora Caterpillar 320CU, febrero 15 de 2009



Fuente: Practica Empresarial

En la figura 6. Vemos como el 26% de los puntos del equipo requieren atención.

En la inspección realizada el 30 de mayo encontramos que solo un punto requiere atención. Este es el sistema de aire acondicionado que al parecer debe ser cargado nuevamente.

Figura 7. Estado de equipo. Retroexcavadora Caterpillar 320CU, mayo 30 de 2009



Fuente: Practica Empresarial

La figura 7. Muestra como el tres por ciento de los ítems que componen la 320CU requieren atención actualmente. Como se dijo anteriormente el ítem que requiere atención es el sistema de aire acondicionado.

b. Análisis Resultados Retroexcavadora Caterpillar 320CU. Este equipo se recibió con un total de 8 puntos por atender. Esto gracias a que el equipo venía de un accidente en el cual fue golpeado su chasis. Estos puntos se atendieron entregando el equipo con un solo punto por atender.

La reducción ítems por atender fue del 23%, lo cual garantiza que el equipo se encuentra condiciones óptimas para su operación sin perder ninguna de sus funciones o reducir su rendimiento.

10.1.4 Minicargador Caterpillar 262B

a. Resultados Minicargador Caterpillar 262B

Este equipo tiene un estado de equipo con 26 ítems. En la inspección del 15 de febrero se encontró que 3 ítems requerían atención. Estos son: Llantas, cuchillas del balde y fuga de hidráulico en los mandos finales del balde.

Figura 8: Estado de equipo. Minicargador Caterpillar 262B, febrero 15 de 2009



Fuente: Practica Empresarial

Al finalizar el periodo de análisis se realizó nuevamente la evaluación del estado del equipo encontrando que el equipo aun presenta una fuga de hidráulico en los pandos finales.

Figura 9: Estado de equipo. Minicargador Caterpillar 262B, Mayo 31 de 2009



Fuente: Practica Empresarial

La figura 9, muestra que al finalizar el periodo de análisis el equipo sigue teniendo un punto que requiere atención. Esto corresponde al 4% de los ítems del equipo.

b. Análisis Resultados Minicargador Caterpillar 262B. Aunque se redujo el porcentaje de puntos que requieren atención; aun hay un punto que presenta problema. Este es una conexión hidráulica de los mandos finales. Esta fuga se presenta en el punto donde se conecta la herramienta de trabajo, sea el balde, la pala o el martillo. Como la herramienta se intercambia de acuerdo a lo requerido

por la operación, algunas veces no se le da el ajuste necesario a la conexión ocasionando una ligera fuga de hidráulico.

10.2 REPORTES DE TIEMPO

Paralelo al plan de mantenimiento, la empresa implemento un sistema para el control de tiempo trabajado por las máquinas. Este consiste en un talonario en el cual se registran las horas trabajadas por cada equipo día a día.

Estos reportes también han servido para el seguimiento de las paradas de los equipos a causa de mantenimiento programado y correctivo, paros por logística del contratista y paros por descanso de los operadores.

10.2.1 Motoniveladora John Deere 672B

a. Resultados Motoniveladora John Deere 672B. La figura 10, presenta la distribución de tiempo de la motoniveladora durante el periodo de aplicación del plan de mantenimiento. La máquina trabajo un total de 603, estuvo parada por efecto de mantenimiento correctivo 80 horas, por mantenimiento preventivo 16 horas y por descanso o logística 48 horas.

Figura 10. Distribución de tiempo. Motoniveladora John Deere 672B

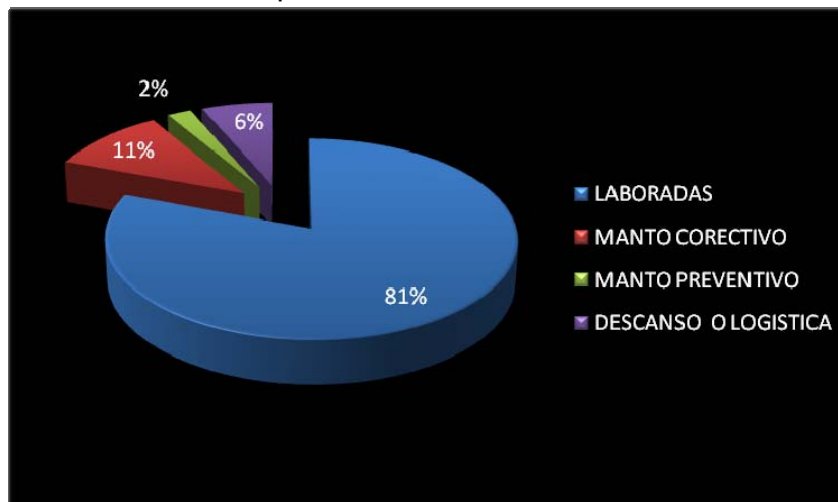


Fuente: Practica Empresarial

La figura 11 muestra los porcentajes que abarca cada actividad realizada con la motoniveladora dentro del periodo transcurrido entre el 18 de febrero y el 31 de mayo, periodo de implementación del programa de mantenimiento. El equipo trabajó durante el 81% del tiempo, el 11% estuvo parado por mantenimiento correctivo, el 6% por descanso y logística (Transporte, inicio de nuevas obras,

lluvias, etc) y el 2% restante del tiempo se uso para la realización del mantenimiento preventivo.

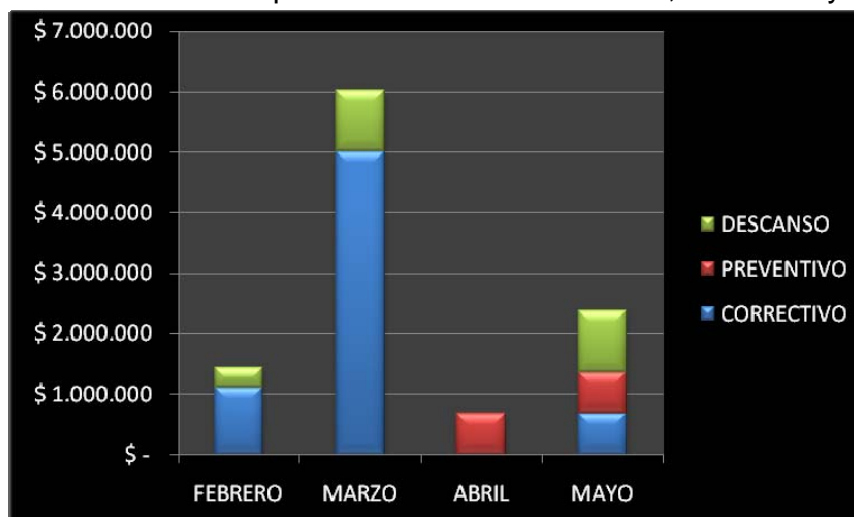
Figura 11. Distribución de tiempo en %. Motoniveladora John Deere 672B



Fuente: Practica Empresarial

Teniendo en cuenta que la empresa recibe \$85.000 libres por hora máquina trabajada, la figura 12 nos presenta que dinero dejó de percibir la empresa mes a mes por efecto de mantenimiento, descanso y logística.

Figura 12. Dinero no recibido por efecto de mantenimiento, descanso y logística



Fuente: Practica Empresarial

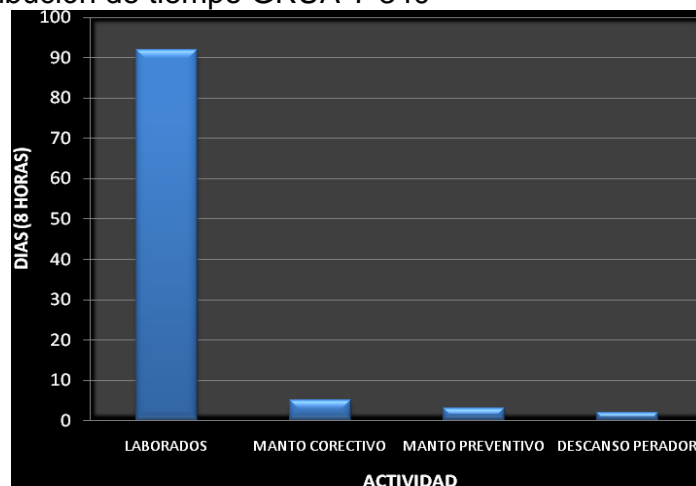
b. Análisis de los Resultados Motoniveladora John Deere 672B. De las figuras 10 y 11 podemos inferir que la máquina tubo una productividad del 81%. La principal causa que afecto la productividad fue el mantenimiento correctivo. El equipo presentó tres problemas que generaron mantenimientos correctivos y por consiguiente paro del equipo. El primer problema fue una fuga de hidráulico por un empaque. Esta falla no fue reportada por el operador a tiempo y desencadenó en la para del equipo para la atención del mecánico. La segunda y la más larga fue por un problema propio del deterioro del equipo por vejes. El equipo no tenia fuerza porque los inyectores y la bomba requerían mantenimiento. Posiblemente se puede prevenir este tipo de falla colocando un filtro en la entrada del tanque de combustible. Corregir esta falla tomó bastante tiempo por la ubicación del equipo.

Finalmente podemos ver en la figura 12, que la actividad que mayor flujo cesante genera es el mantenimiento correctivo.

10.2.2 Grúa sobre Camión Terex T340

a. Resultados Grua sobre Camión Terex T340. La figura 13. Nos ilustra sobre la forma en que se distribuyó el tiempo en el cual se le hizo seguimiento a la grúa. El equipo laboró normalmente noventa y dos días y estuvo parado un total de diez días distribuidos de la siguiente manera: cinco días por mantenimiento correctivo, tres días por mantenimiento preventivo y dos por descanso del operador.

Figura 13. Distribución de tiempo GRUA T-340

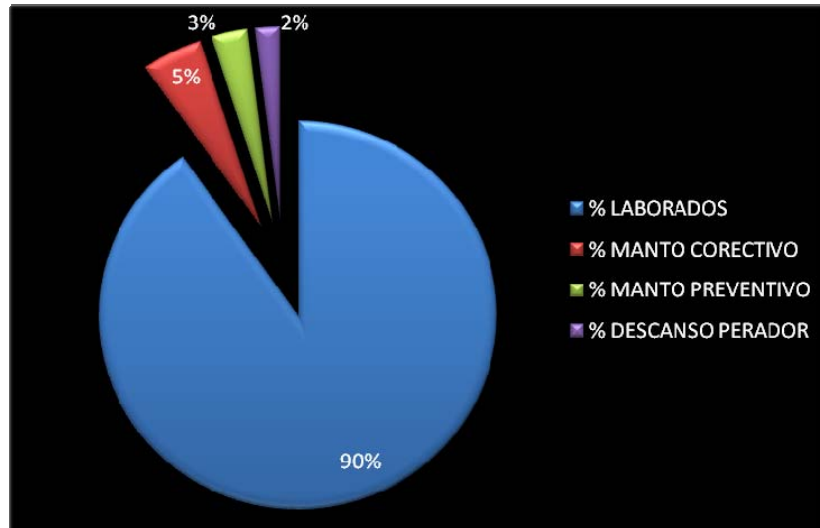


Fuente: Practica Empresarial

La figura 14. Muestra los porcentajes que corresponden a la distribución de tiempo en días de la grúa Terex T-340. El noventa por ciento del tiempo corresponde a los días que el equipo laboró, el cinco por ciento corresponde a los días que se Emplearon para realizar el mantenimiento correctivo, el tres por ciento a los días

usados para el mantenimiento preventivo y el dos por ciento restante a los días de descanso.

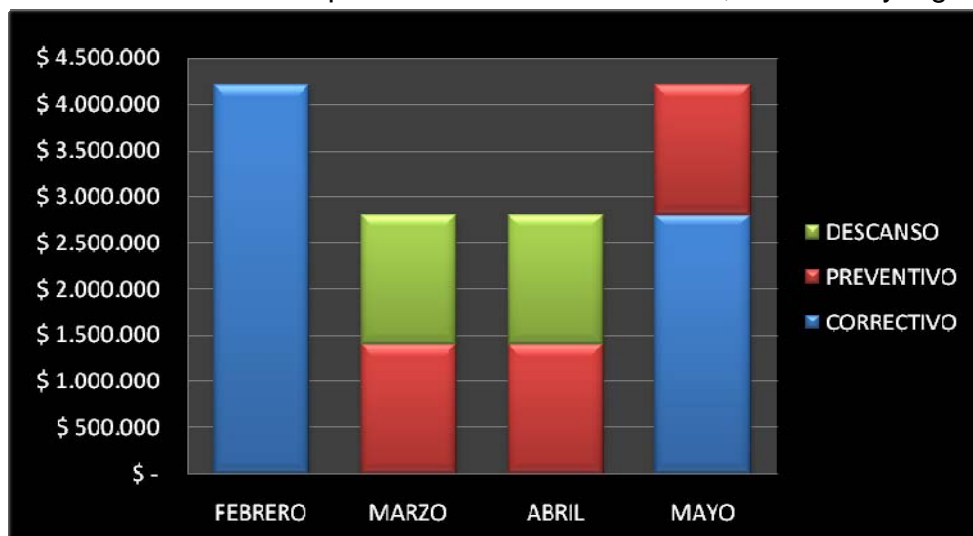
Figura 14. % Distribución de tiempo GRUA T-340



Fuente. Practica Empresarial

La figura 15 presenta la distribución de dinero dejado de percibir por la empresa mes a mes durante el periodo de análisis, por efecto de mantenimiento correctivo, preventivo y por descanso o no programación de trabajo. La figura tres nos ilustra claramente como los meses en que más dinero se dejo de percibir fueron febrero y mayo. Estos meses se caracterizan por la presencia de mantenimientos correctivos, que siempre toman más de un día.

Figura 15. Dinero no recibido por efecto de mantenimiento, descanso y logística



Fuente. Practica Empresarial

b. Análisis de los Resultados Grua sobre Camión Terex T340. En el periodo de análisis la grúa trabajó un total de 741 horas según horómetro. Como este equipo se alquila por día, para efectos de cálculo convertiremos estas horas en días de ocho horas que es el tiempo que normalmente opera este equipo diariamente. Al hacer esta conversión encontramos que el equipo trabajó aproximadamente noventa y dos días.

El realizar seguimiento al control de tiempo de los equipos, beneficia el sistema de mantenimiento porque le concede la posibilidad de hacer coincidir los mantenimientos preventivos con los días de descanso, esto con el fin de reducir los días de paro del equipo. Ejemplo de esto vemos en el anexo 7. "Control de tiempo T-340". Los tres mantenimientos preventivos realizados a este equipo se realizaron los días domingos para hacerlos coincidir con los días de descanso.

En el periodo de análisis (4 meses) se realizaron tres mantenimientos preventivos sin incluir el primero que se realizó mientras se realizaba el mantenimiento correctivo con el que inició el proceso. Esto nos da un promedio de un mantenimiento mensual. Los mantenimientos preventivos siempre tuvieron una duración de un día. Durante el mismo periodo se realizaron dos mantenimientos correctivos que tuvieron una duración 5 días, tomando cada mantenimiento una duración de dos días y medio cada uno.

Al convertir las pérdidas de tiempo productivo de los equipos en dinero podemos evaluar los beneficios del plan de mantenimiento, ya que cada día de paro representa una cantidad de dinero que la empresa deja de percibir. A simple vista podemos ver que los mantenimientos planeados toman menos tiempo que los correctivos, esto gracias a que en un mantenimiento planeado se cuenta con la herramienta, la disposición del personal especializado, el espacio físico propicio para realizar la actividad de mantenimiento y los repuestos necesarios.

10.3 COSTOS MANTENIMIENTO CORECTIVO RETROEXCAVADORA CATERPILLAR 320CU

Infortunadamente durante la implementación del plan de mantenimiento este equipo sufrió un accidente a causa de una mala maniobra del operador. El equipo se enterró un bajo y fue cubierto completamente por agua y lodo.

A continuación presentamos una relación de los costos por mano de obra y por repuestos.

La tabla 3, presenta la relación de gastos por efecto de mano de obra pagados para la reparación de la Retroexcavadora Caterpillar 320CU.

Tabla 3. Gastos por mano de obra para reparación Retro excavadora 320CU

GASTOS MANO DE OBRA	
DESCRIPCIÓN	VALOR
Revisión, diagnostico y reparación instalación eléctrica y computadores	\$ 4.500.000
Reparación general del motor	\$ 1.600.000
Mantenimiento y reparación (2) motores de traslación	\$ 650.000
Mantenimiento (bajar e instalar) radiador hidráulico y de agua	\$ 190.000
Mantenimiento tubo de desfogue, bajar, soldar e instalar	\$ 25.000
TOTAL	\$ 6.965.000

Fuente: Practica Empresarial

La tabla 4, presenta la relación de gastos por efecto de repuestos comprados para la reparación de la Retroexcavadora Caterpillar 320CU.

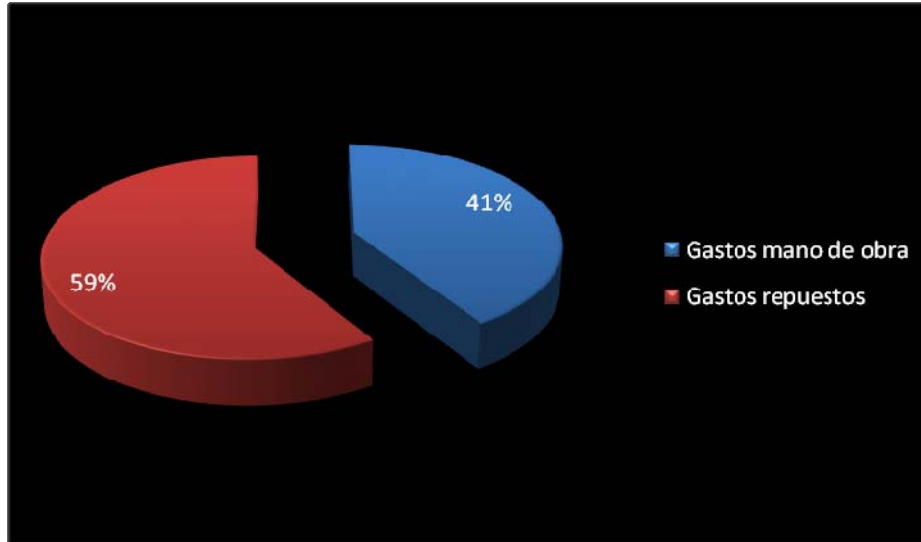
Tabla 4. Gastos por repuestos para reparación Retro excavadora 320CU

GASTOS REPUESTOS	
DESCRIPCIÓN	VALOR
EMPAQUETADURA DE MOTOR	\$ 1.779.440
MANTENIMIENTO TURBO	\$ 588.000
CORREAS DE DISTRIBUCIÓN	\$ 132.240
MANTENIMIENTO BOMBA DE INYECCIÓN	\$ 2.585.512
PANEL DIGITAL DE INDICACIÓN EN CABINA	\$ 4.952.604
TOTAL	\$ 10.037.796

Fuente: Practica Empresarial

10.3.1 Análisis de Gastos de Reparación

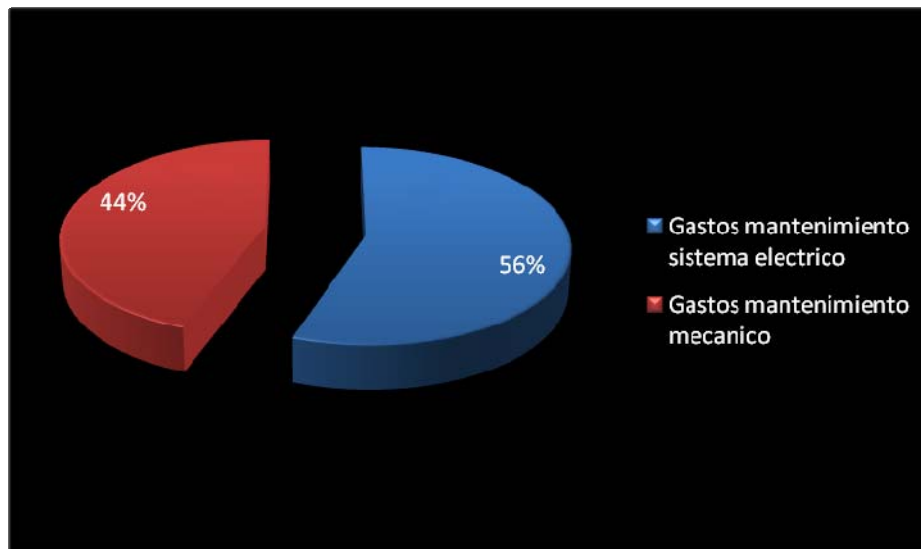
Figura 16. Gastos en repuestos vs. Mano de obra para reparación de retroexcavadora 320CU.



Fuente: Practica Empresarial

La figura 16 muestra que los gastos generados por pago de mano de obra para la reparación del equipo corresponden al 41% del total gastado; mientras los repuestos representan el 59% de los gastos.

Figura 17. Gastos mantenimiento eléctrico vs. Mantenimiento mecánico en reparación de retroexcavadora 320CU.



Fuente: Practica Empresarial

La figura 17, muestra que el 56% del dinero se invirtió en la la reparación de los sistemas electricos y computadores y el 44% restante en la reparación de motor y sistema de inyección.

10.4 GESTIÓN DE INVENTARIO

La existencia de ciertos niveles de stocks de repuestos es un requisito prácticamente imprescindible para garantizar la fluidez del sistema productivo. Sin embargo debemos recordar que mantener existencias almacenadas, resulta extremadamente grave para la empresa. Los fondos que se inmovilizan como consecuencia del valor de los recursos almacenados, son una fuente de coste de gran importancia. Por consiguiente a la empresa le interesa, dentro de la medida de lo posible, minimizar el tamaño de los inventarios y optimizar su gestión, con vistas especialmente a reducir costes.

Ante este objetivo nosotros tomamos como punto de referencia las piezas que presentan desgaste por fricción, presión o por cumplimiento de su ciclo de vida. Estas se buscaron en los manuales de partes de los equipos para poderlas identificar plenamente con el numero de parte y nombre con que el proveedor las identifica.

Con estas partes se elaboró un listado de repuestos requeridos para mantener en stok. Con el ánimo de eliminar el flujo cesante por inventario de repuestos, se hizo una investigación de mercados para determinar la disponibilidad de estos elementos con los distribuidores locales (Barrancabermeja y Bucaramanga). Los filtros, elementos filtrantes y lubricantes se encuentran todos en Barrancabermeja, por lo cual no requerimos mantener estos elementos en bodega. Con respecto a repuestos mas especializados como empaques, sellos, o-rings, etc. Se consultó con Gecolsa, Disnissan, Neumaticas del caribe y demas distribuidores encontrando una muy buena respuesta. Por esto la gerencia tomó la desición de no mantener repuestos en Stock durante un perido de 6 meses en el cual se evaluará esta estrategia.

CONCLUSIONES

Terminado el periodo de análisis del programa de mantenimiento preventivo encontramos que en los cuatro casos presentados se recuperó la capacidad operativa de los equipos. A la fecha ningún equipo presenta problemas crónicos que pongan en riesgo la seguridad, el medio ambiente ni su propia integridad.

A la luz de un análisis de costo directo, el programa de mantenimiento aumentó los costos en materia de mantenimiento; pero entendiendo el mantenimiento como parte del proceso de producción podremos ver que los gastos por mantenimiento contribuyeron al aumento de la productividad de los equipos.

Toda actividad programada representa ahorro para la empresa, tanto en tiempo como en recursos. Los mayores gastos de mantenimiento se presentan en mantenimientos correctivos, por lo cual se hace evidente evitar su ocurrencia al máximo mediante los reportes a tiempo de fallos potenciales. Mientras en un mantenimiento preventivo se reacondiciona y se cambia una pieza para evitar que falle en un mantenimiento correctivo se debe reparar y cambiar una parte dañada que en su mal funcionamiento pudo haber afectado otros componentes.

El programa de mantenimiento no es autosuficiente, pues requiere de la ayuda de los operadores, que son quienes tienen contacto directo con los equipos y pueden detectar fallas potenciales antes que se conviertan en fallas.

RECOMENDACIONES

Continuar con el implementación del programa de mantenimiento implementado y hacerle evaluaciones periódicas para determinar su impacto en la mantenibilidad de los activos.

Capacitar al personal operativo para concientizarlo de la importancia de su labor para garantizar la correcta aplicación del programa de mantenimiento.

En el marco referencial se describe el estado del arte en cuanto a mantenimiento. Con esta presente práctica se implementó un plan de mantenimiento preventivo, el cual pertenece a la segunda generación del mantenimiento. Por esto se recomienda a la empresa implementar un programa de mantenimiento basado en condición. No con esto quiero decir que el sistema actual no sirva, pero si puede ser mejorado en busca de reducir costos para la organización a la vez que se aumentan los índices de confiabilidad de los equipos.

Se recomienda solicitar un nuevo practicante para darle continuidad el programa de mantenimiento.

BIBLIOGRAFIA

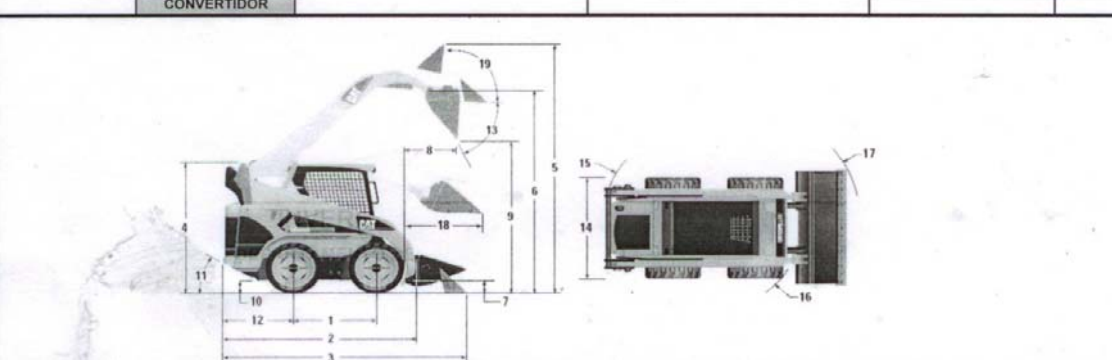
- [1] MOUBRAY, John M. Mantenimiento Centrado en confiabilidad. Lillington: Edwards Brothers, 2004. 1-6, 131-143 p. ISBN: 09539603-2-3.
- [2] MARTINEZ ROLON, Sandra Milena. Programa de mantenimiento preventivo Parque automotor de Norgas S.A ESP. -- Bucaramanga: Universidad Pontificia Bolivariana-Seccional Bucaramanga, 2005. 9-14 p.
- [3] CATERPILLAR. Cat 236B-262B Parts Manual for tracked Skid steers. Powered by 3066 Engine. 2004.
- [4] CATERPILLAR. Cat 236B-262B Parts Manual for tracked Skid steers. Powered by 3066 Engine. 2005.
- [5] CATERPILLAR. Operation & Maintenance Manual: 320C & 320CU Excavators. Powered by 3066 Engine. 2004.
- [6] CATERPILLAR. Parts Manual: 320C & 320CU Excavators. Powered by 3066 Engine. 2003.
- [7] JOHN DEERE. 670B 672B Motor Grader Operator Manual.
- [8] TEREX CRANES. T300 series: Operation & Maintenance Manual. Terex Lifting. 2000
- [9] TEREX CRANES. T300 series: Parts Manual. Terex Lifting. 2000.
- [10] INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACION. Documentación. Documentación, presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación: ICONTEC, 2002. 16p.:il. (NTC 1486; NTC 1487; NTC 1160; NTC 1308; NTC 1307; NTC 4490)

CIBERGRAFIA

- [1] Mantenimiento mundial. Determinación de la frecuencia optima de mantenimiento preventivo.
<http://www.mantenimientomundial.com/sites/mmnew/bib/notas/10frecuencia.pdf>
(Consultado: 10/01/09)


ANEXOS

Anexo 1. Ficha Técnica

INVERGLOBAL INC LTDA			INVERSIONES ASOCIADAS INC INVERGLOBAL Ltda.		
DEPARTAMENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO					
FICHA TECNICA PARA MAQUINAS					
CODIGO:		VALOR:		FECHA:	
1 IDENTIFICACION MINICARGADOR 262B					
MARCA	MODULO	MODELO	SERIE	ARREGLO	HORAS
CATERPILLAR	MAQUINA	262B	PDT00778		
	MOTOR	3024C	04E28-2		
	TRANSMISION				
	CONVERTIDOR				
					
2 CARACTERISTICAS					
MOTOR		SISTEMA HIDRAULICO	DIMENSIONES		
POTENCIA BRUTA 61 kW 82hp CILINDRAJE 3,3 L 201 in ³ CARRERA 120 mm 4,7 in DIAMETRO 94 mm 3,7 in PESO PESO DE OPERACIÓN 3565 kg 7861 lb		PRESION HIDRAULICA: 23000 kPa 3335 psi FLUJO HIDRAULICO: 81 L/min 22 gal/min CAPACIDADES SIST. ENFRIAMIENTO : 2,6 gal - 10 L TANQUE COMBUSTIBLE : 23,8 gal - 90 L CARTER MOTOR : 2,6 gal - 10 L MANDOS FINALES : SIST. HIDRULICO : 14 gal - 53 L TANQUE HIDRAULICO: 9,2 gal - 35 L	1: 1228 mm 2: 2902 mm 3: 3616 mm 4: 2063 mm 5: 4062 mm 6: 3210 mm 7: 213 mm 8: 829 mm 9: 2421 mm 10: 196 mm 11: 26,4° 12: 1043 mm 13: 51° 14: 1829 mm 15: 1696 mm 16: 1325 mm 17: 2180 mm 18: 1331 mm 19: 87°		
ESPECIFICACIONES DE OPERACIÓN		RODAJE			
CAPACIDAD DE OPERACIÓN 1225kg 2700 lb CARGA DE VIAJE 2546 kg 5614 lb FUERZA CILINDRO INCLINADO 2498 kg 5508 lb FUERZA CILINDRO DE LEVANTE 2372 kg 5230 lb		VELOCIDAD: 11,6 kmh SEGUNDA OPCION DE VELOCIDAD: 17,8 kmh VELOCIDAD EN REVERSA: 11,2kmh			
		FILTROS		ACEITES	
		ACEITE MOTOR PRIM: 454 PARTMO COMBUSTIBLE PRIM: P550502 DONALDSON BOMBA HIDRAULICA : HIDRAULICO : PRIM: BT8851 BALDWIN AIRE PRIM: P828889 DONALDSON		MOTOR: URSA 15W40 HIDRAULICO: TELIUS 68	

Autor: Jose Daniel Ruiz Pinzón

Anexo 2. Hoja de Vida

	HOJA DE VIDA DE EQUIPO DEPARTAMENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO
---	---

EQUIPO EXCAVADORA	MARCA / MODELO RETROEXCAVADORA 320 CU	SERIE DHKHEMOL	COD.MEC.
--------------------------	--	-----------------------	-----------------

FECHA		O. T.	HORAS ACUMUL.	RESUMEN DE OPERACIONES REALIZADAS	PERSONAL
INICIO	FIN				
14-nov-08	14-nov-08			Cambio de filtros, combustible, aceite, se limpiaron los de aire. Cambio de aceite.	Roberto Castillo
30-ene-09	30-ene-09		4795,1	Cambio de empaquetadura cilindro de balde	Reinaldo
30-ene-09	30-ene-09		4795,1	Cambio de filtros, combustible, aceite, se limpiaron los de aire. Cambio de aceite de motor e hidraulico	El Paisa
24-ene-09	05-feb-09		4795,1	Reparación del balde. Se desmontó, se le cambio la lamina inferior y se reforzo con platinas	Taller INSOL
06-feb-09	06-feb-09		4795,1	Limpieza general	
02-may-09				2 CAJAS DE REFRIGERANTE X 6	El Paisa
02-may-09				Hidraulico Shell 68, Hornen, valvulina spirax	El Paisa
02-may-09				Cambio de aceite (36/4 Rimula 15W/40), 4 abrazadera para manguera, Limpiador eléctrico, balinera y fusible	El Paisa
08-may-09				Desmontaje silla, controles hidraulicos, tapizado protector, aire acondicionado, arreglo motor ventilador, limpieza conectores, sistema electrico y cambio swicht	

OPERADOR _____ SUPERVISOR DE MAQUINARIA Y EQUIPO _____

Autor: Jose Daniel Ruiz Pinzón

Anexo 3. Estado de Equipo

<p>INVERSIONES ASOCIADAS INC INVERGLOBAL NIT.900.117.305-1 Ltda.</p>	<p>GESTIÓN DE MANTENIMIENTO INFORME ESTADO DE EQUIPO</p>
---	---

Ciudad y fecha.

Barrancabermeja, 15 de febrero de 2009

MARCA	MODULO	MODELO	SERIE	ARREGLO	AÑO
JOHN DEERE	MAQUINA	672 B	672BX514668		1999
	MOTOR		ROTP843010551		

(INDICAR LOS ITEM QUE REQUIEREN ATENCIÓN)

1	<input type="checkbox"/>	Sistema electrico y de arranque	17	<input type="checkbox"/>	Bastidor y carroceria
2	<input checked="" type="checkbox"/>	Bateria y cables	18	<input type="checkbox"/>	Compuertas de acceso a servicio
3	<input checked="" type="checkbox"/>	Luces del chasis	19	<input type="checkbox"/>	Cabina de operación
4	<input type="checkbox"/>	Transmisión	20	<input type="checkbox"/>	Compuertas de la cabina
5	<input type="checkbox"/>	Sistemas hidraulicos	21	<input type="checkbox"/>	Sistema de aire acondicionado
6	<input type="checkbox"/>	Freno de pie	22	<input type="checkbox"/>	Espejos
7	<input type="checkbox"/>	Freno de mano	23	<input type="checkbox"/>	Cilindros cuchilla
8	<input type="checkbox"/>	Motor basico	24	<input checked="" type="checkbox"/>	Cuchillas
9	<input checked="" type="checkbox"/>	Filtros	25	<input checked="" type="checkbox"/>	Descalificadores
10	<input type="checkbox"/>	Sistema de enfriamiento	26	<input checked="" type="checkbox"/>	Puntas descalificadores
11	<input type="checkbox"/>	Sistema de admisión y escape de aire	27	<input type="checkbox"/>	Extintor
12	<input type="checkbox"/>	Sistema de lubricación	28	<input type="checkbox"/>	Equipo de seguridad
13	<input type="checkbox"/>	Sistema de combustible	29		Horometro: <u>97</u>
14	<input type="checkbox"/>	Tapa de combustible			
15	<input type="checkbox"/>	Tren de rodaje.			
16	<input checked="" type="checkbox"/>	Llantas. No. <u>6</u>			

Observaciones:

2: Las dos baterias se encuentran descargadas

3: Un reflector tiene el soporte partido

9: No hay reporte de su ultimo cambio

24: Las cuchillas se encuentran bastante gastadas, se puede operar así algunas horas mas.

25: Solo hay tres descalificadores. (Minimos requeridos: 5)

26: Ninguno de los descalificadores tiene puntas.

6: Las seis llantas se encuentran en mal estado.

Autor: Jose Daniel Ruiz Pinzón

Anexo 4. Preoperacional

INVERGLOBAL INC LTDA <small>17.305-1 Ltda.</small> DEPARTAMENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO FICHA TECNICA PARA MAQUINAS

CODIGO:	VALOR:	FECHA:
---------	--------	--------

1. IDENTIFICACION. GRUA HIDRAULICA MONTADA SOBRE CAMION

MARCA	MODULO	MODELO	SERIE	ARREGLO	HORAS
TEREX	MAQUINA	T 340 XL	12101/51411		
CUMMINS	MOTOR	6CTAA	95311		
	TRANSMISION				

NO.	ITEM A INSPECCIONAR O REVISAR	CODIGO DE INSPECCION	SATISFACTORIO	ACEPTABLE	REPARAR	NO.	ITEM A INSPECCIONAR O REVISAR	CODIGO DE INSPECCION	SATISFACTORIO	ACEPTABLE	REPARAR
1	* Inspección visual completa del equipo	D				22	Indicador del angulo de la pluma	D			
2	limpieza general	D				23	Luces delanteras, traseras, de frenos y 4 intermitentes	D			
3	Sistemas hidraulicos (fugas o daños)	D				24		D			
4	Sistema de aire (fugas y daños)	D				25	Correcto encarretado del cable	D			
5	Aceite hidraulico	D				26	Cuña	D			
6	Sistema de direccion de emergencia	D				27	Nivel de fluido del eje	S			
7	Nivel del aceite hidraulico	D				28	Reductor del balanceo del nivel de fluido	S			
8	Nivel del aceite del carter	D				29	Ejes y uniones	S			
9	Nivel del tanque de combustible	D				30	Llantas, condiciones de la transmisión y presión de aire	S			
10	Nivel del fluido del radiador	D				31	Reguladores de aire	S			
11	Lubricación de la maquina	D				32	Elementos de limpieza de aire	S			
12	Accesorios y tornillos	D				33	Clutch, frenos, uniones y pasadores	S			
13	Sistema de escape	D				34	Torque de las tuercas de las llantas	S			
14	Todos los mecanismos de control	D				35	Tension de la correa del ventilador	S			
15	Elementos de medida	D				36	Estructura y soldadura	S			
16	Clutches y frenos	D				37	Inspección de la pluma	S			
17	cuerda y poleas	D				38	Batería y sistema de arranque	M			
18	Sistema de prevención de daños en los dos bloques	D				39	Evaporador de alcohol	M			
19	Condición de los componentes de soporte de carga	D				40	Torque de los tornillos de los rodamientos	P			
20	Extintor	D				41	Seguros de la maquina	P			
21	Alarma de reversa	D				42	Tarjeta de carga y alertas de seguridad	P			

* En la inspección general se deben revisar fisuras, separación de soldaduras, fugas y daños.

INTERVALOS DE INSPECCIÓN				NOTAS:
D	DIARIO	M	MENSUAL	1. Indique los resultados de la inspección en el listado de chequeo
S	SEMANAL	P	PERIODICO	2. Cuando requiera escriba sus observaciones en la casilla abajo

Observaciones.	
_____ FIRMA DEL OPERADOR	_____ FIRMA DEL SUPERVISOR

Autor: Jose Daniel Ruiz Pinzón

Anexo 5. Mantenimiento y Lubricación

INVERGLOBAL INC. TDA
DEPARTAMENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO
PROGRAMACION DE LUBRICACION Y MANTENIMIENTO

1. IDENTIFICACION. RETROEXCAVADORA DE ORUGA **MARCA: CATERPILAR 320 CU**

DIARIO (10 HORAS)	SEMANAL (60 HORAS)	DOS SEMANAS (80 - 100 HORAS)	TRES MESES (240 HORAS)	CUATRO MESES (600 HORAS)	SEIS MESES (1000 HORAS)	ANUAL (1500 - 2000 HORAS)	REF	DESCRIPCION	NO.	LUBRICANTE
							LUB*			
LUB*							2	Varillaje de la pluma, brazo y cucharón	159	MPG
LUB*							3	Varillaje de la pluma y del brazo	161	MPG
CHK							4	Nivel de refrigerante del sistema de enfriamiento	169	N.A.
CHK							5	Nivel de aceite del motor	173	EO
D/R							6	Seprador del agua del sistema de combustible	181 182	
D/R							7	Agua y sedimentos del tanque de combustible	184	
CHK							8	Nivel de aceite del sistema hidraulico	200	HO
PRO							9	Indicadores y medidores	203	
CHK							10	Cinturon de seguridad	208	
CHK							11	Ajuste de la cadena	214	
PRO							12	Alarma de desplazamiento	214	
PRO							13	Tren de rodaje	215	
	LUB						14	Varillaje de la pluma, brazo y del cucharón (Configuración de largo alcance)	159	MPG
		LUB					15	Varillaje del cucharón	161	MPG
		LUB					16	Cabeza del cilindro de la pluma (configuración de largo alcance)	157	MPG
		LUB					17	Varillaje de la pluma y del brazo	157	MPG
							18	Filtro de aceite del sistema hidraulico (Caja de drenaje)	192	
							19	Filtro de aceite del sistema hidraulico (Piloto)	195	
				CHK ©			20	Juego de las valvulas del motor	177	
				LUB ©			21	Cambio de aceite de los mandos finales	177	
					©		22	Filtro de aceite del sistema hidraulico (Caja de drenaje)	192	
					©		23	Filtro de aceite del sistema hidraulico (Piloto)	195	
					©		24	Filtro de aceite del sistema hidraulico (Retorno)	197	
				LUB ©			25	Aceite del mando de la rotación	209	
				CHK			26	Muestra de refrigerante del sistema de enfriamiento (Nivel)	167	
				CHK			27	Muestra de aceite del motor	175	
				CHK			28	Muestra de aceite de los mandos finales	178	
				CHK			29	Correas - Inspeccionar / Ajustar / Reemplazar		
				LIM			30	Condensador (del refrigerante)		

Autor: José Daniel Ruiz Pinzón

Anexo 6. Listado de Repuestos

Retroexcavadora Caterpillar 320CU. Para este equipo seleccionamos un stock mínimo de repuestos usando el manual de partes de la siguiente manera:

Se buscó en el manual de partes los componentes según los gráficos y nombres que los identificaban. Ver figura 4 y 5. Sistema de entrada y salida de aire – Referencia

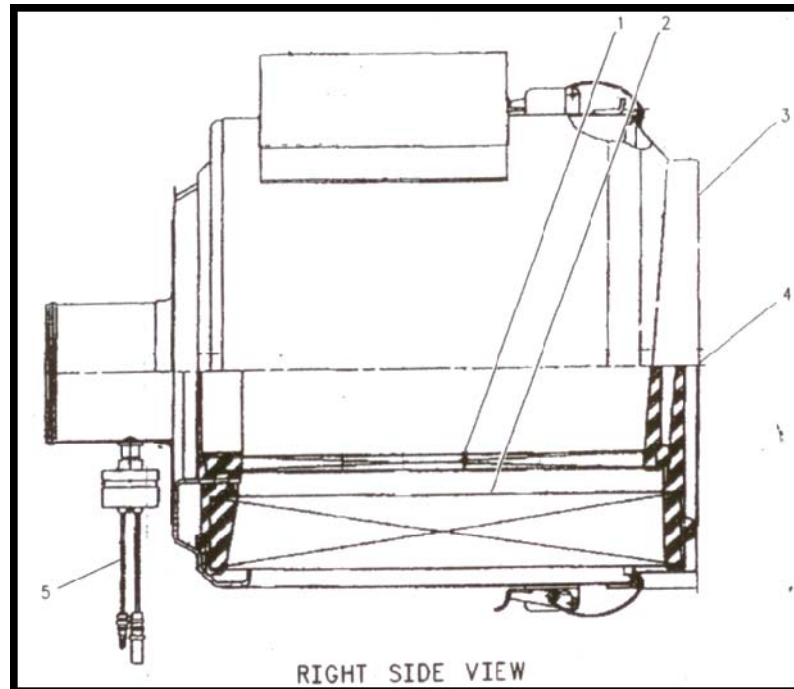
Figura 1. Sistema de entrada y salida de aire

AIR INLET AND EXHAUST SYSTEM						
154-0785 AIR CLEANER GP						
S/N: ANB1-UP; AMC1-UP						
PART OF 190-5825 AIR CLEANER GP						
AN ATTACHMENT						
SMCS-1051						
NOTE	REF NO	GRAPHIC REF	PART NUMBER	QTY	PART NAME	
<small>1 2 3 4 5 6 (PRODUCT LEVEL)</small>						
	1	1	6I-2502	1	FILTER ELEMENT AS-SEC AIR	
	2	1	6I-2501	1	FILTER ELEMENT AS-PRIMARY AIR	
	3	1	6I-4464	1	COVER AS-AIR CLEANER	
		1	4P-5524	1	SEAL-O-RING	
		1	101-2850	1	FILM-AIR CLEANER (RADIAL SEAL)	
	4	1	4P-6464	1	FILM-AIR CLEANER (RADIAL SEAL)	
	5	1	154-0498	1	INDICATOR AS	

Fuente: Manual de Partes 320C & 320 CU. Pag. 83.

El numero de parte y el nombre se verifico con el grafico que identifica el componente para una mayor seguridad de que se seleccionaba el elemento deseado.

Figura 2. Sistema de entrada y salida de aire



Fuente: Manual de Partes 320C & 320 CU. Pag. 83.

Con esta información se construyó una tabla de repuestos mínimos de recambio requerida para mantener en inventario (Ver anexo 3 Piezas de mantenimiento). Esta tabla está compuesta por la descripción del repuesto, el número de parte, el sitio donde se utiliza el repuesto, la cantidad requerida y el número de pagina del manual donde podemos encontrar su representación grafica.

De esta manera se elaboraron los listados de repuestos de los equipos, que servirán para que el departamento de compras de la empresa adelante la gestión correspondiente.

Lo presentado en este segundo informe y en el primero corresponde a las actividades ejecutadas en el cumplimiento de la práctica empresarial según el cronograma estipulado y los objetivos propuestos.

En el informe final consolidaremos estas actividades según la metodología propuesta, y realizaremos el análisis y evaluación general de programa de mantenimiento a la luz de sus alcances y logros en beneficio de la empresa.

PIEZAS DE MANTENIMIENTO

DESCRIPCIÓN	NUMERO DE PIEZA	CANTIDAD	SE UTILIZA EN	PAGINA
-------------	-----------------	----------	---------------	--------

BASTIDOR Y CARROCERIA				
CONEXIÓN DE ENGRASE	3B-8489	1	ENGRANAJE DE ROTACIÓN Y COJINETE (GR)	254
CONEXIÓN DE ENGRASE. (ROSCA DE 1/8-27)	3B-8489	1	ENGRANAJE DE ROTACIÓN Y COJINETE (GR)	256

COMPARTIMIENTO DEL OPERADOR				
CINTURÓN DE SEGURIDAD (GR)	122-9625	1	ASIENTO (GR)	978
	201-4436	1	ASIENTO (GR)	979
CORREA TRAPEZOIDAL	9L-2248	1	COMPRESOR DE REFRIGERANTE (GR)	922
FILTRO	4I-1278	1	CONDUCTO DE AIRE (GR)	940
FILTRO (AIRE FRESCO) (AIRE FRESCO)	4I-1278	1	CABINA (GR)	918
LLAVE	5P-8500	2	PUBLICACIONES (GR)	972

IMPLEMENTOS				
CONEXIÓN DE ENGRASE	3B-8489	2	ACOPLADOR RÁPIDO (GR)	808
		1	BRAZO DE RETROEXCAVADORA (GR)	846
		3	BRAZO DE RETROEXCAVADORA (GR)	852
		1	BRAZO DE RETROEXCAVADORA (GR)	862
		3	GRUPO ACCESORIO DE BRAZO	838
		3	GRUPO ACCESORIO DE BRAZO	840
		3	GRUPO ACCESORIO DE BRAZO	844
		1	PLUMA (GR)	796
		5	TUBERÍAS DE ENGRASE (GR)	811
		3	TUBERIAS DE ENGRASE (GR)	812
		5	TUBERIAS DE ENGRASE (GR)	813
		5	VARILLAJE DEL CUCHARÓN (GR)	
CONEXIÓN DE ENGRASE (ROSCA DE 1/8.27)	3B-8489	1	BRAZO DE RETROEXCAVADOR (GR)	848
		3	BRAZO DE RETROEXCAVADOR (GR)	850
		3	BRAZO DE RETROEXCAVADOR (GR)	854
		3	BRAZO DE RETROEXCAVADOR (GR)	856
		3	BRAZO DE RETROEXCAVADOR (GR)	858
		3	BRAZO DE RETROEXCAVADOR (GR)	860
		3	GRUPO ACCESORIO DE BRAZO	842
		3	TUBERIAS DE ENGRASE (GR)	810
		5	TUBERIAS DE ENGRASE (GR)	814
		4	VARILLAJE DEL CUCHARÓN (GR)	820
		5	VARILLAJE DEL CUCHARÓN (GR)	822
		5	VARILLAJE DEL CUCHARÓN (GR)	824
		5	VARILLAJE DEL CUCHARÓN (GR)	826
		5	VARILLAJE DEL CUCHARÓN (GR)	828

SISTEMA DE ADMISION Y ESCAPE DE AIRE				
ELEMENTO PRIMARIO DEL FILTRO DE AIRE	6I-2501	1	FILTRO DE AIRE (GR)	82
ELEMENTO SECUNDARIO DEL FILTRO DE AIRE (CONJ)	6I.2502	1	FILTRO DE AIRE (GR)	82
FILTRO PRIMARIO (CONJ)	131-8822	1	FILTRO DE AIRE (GR)	83
FILTRO SECUNDARIO (CONJ)	131-8821	1	FILTRO DE AIRE (GR)	83

SISTEMA DE COMBUSTIBLE				
CANDADO (GR)	5P-8502	1	TANQUE DE COMBUSTIBLE Y GRUPO DE MONTAJE	137
COLADOR DE COMBUSTIBLE	9P-7121	1	COMBUSTIBLE - TANQUE DE (GR)	140
COLADOR DE TANQUE DE COMBUSTIBLE	9P-7121	1	COMBUSTIBLE - TANQUE DE (GR)	142
ELEMENTO DEL SEPARADOR DE AGUA	117-4089	1	SEPARADOR DE AGUA (GR)	134
		1	SEPARADOR DE AGUA (GR)	135
FILTRO DE COMBUSTIBLE (CONJ)	1R-0751	1	FILTRO DE COMBUSTIBLE (GR)	98
		1	FILTRO DE COMBUSTIBLE (GR)	100
		1	FILTRO DE COMBUSTIBLE (GR)	102
JUEGO DE BASE DEL SEPARADOR DE AGUA	121-4480	1	SEPARADOR DE AGUA (GR)	134
LLAVE	5P-8500	1	TANQUE DE COMBUSTIBLE Y GRUPO DE MONTAJE	137
TAPA DEL TANQUE DE COMBUSTIBLE (CONJ)	7X-7700	1	COMBUSTIBLE - TANQUE DE (GR)	140
		1	COMBUSTIBLE - TANQUE DE (GR)	142

SISTEMA DE ENFRIAMIENTO				
ARANDELA DURA (13,5X25,5X3MM DE GROSOR)	8T-4223	1	RADIADOR Y ENFRIADOR DE ACEITE HIDRAULICO (GR)	68
TAPA CONTRA EL POLVO	157-0670	1	TUBERÍAS DEL AGUA (GR)	46
TAPÓN (CONJ)	171-3369	1	RADIADOR Y ENFRIADOR DE ACEITE HIDRAULICO (GR)	54
		1	RADIADOR Y ENFRIADOR DE ACEITE HIDRAULICO (GR)	72


SISTEMA DE LUBRICACIÓN				
FILTRO DE ACEITE DEL MOTOR (CONJ)	1R-0739	1	FILTRO DE ACEITE DEL MOTOR (GR)	36
		1	FILTRO DE ACEITE DEL MOTOR (GR)	38
TAPA CONTRA EL POLVO	8C-3445	1	FILTRO DE ACEITE DEL MOTOR (GR)	36
		1	FILTRO DE ACEITE DEL MOTOR (GR)	38

SISTEMA ELECTRICO Y DE ARRANQUE				
BATERIA (12 VOLTIOS 750 AMPERIOS)	3T-5760	2	BATERIA Y CABLES (GR)	158
BATERIA (12 VOLTIOS 750 AMPERIOS)	3T-5760	2	BATERIA Y CABLES (GR)	150
DISYUNTOR (CONJ) (60AMP)	9S-5760	1	PANEL DE DISYUNTORES (GR)	181
FUSIBLE (10A)	113-8490	20	PANEL DE DISYUNTORES (GR)	180
FUSIBLE (15A)	113-8491	7	PANEL DE DISYUNTORES (GR)	180
FUSIBLE (30A)	124-3548	2	PANEL DE DISYUNTORES (GR)	181
FUSIBLE (5A)	141-2759	9	PANEL DE DISYUNTORES (GR)	180
LAMPARA (24 VOLT) (65 VATIOS)	9X-3463	1	REFLECTOR (GR)	172
LAMPARA (24 VOLT) (65 VATIOS)	9X-3463	1	REFLECTOR (GR)	173
LAMPARA (24 VOLT) (65 VATIOS)	9X-3463	571	REFLECTOR (GR)	171
LLAVE	8H-5306	1	DISYUNTOR (GR)	186
PERNO (M10X1,50X12MM)	7X-2621	10	BATERIA Y CABLES (GR)	151
		1	CABLES DEL MARTILLO (GR)	218
		2	CABLES PARA FLUJO COMBINADO	204

SISTEMA HIDRÁULICO				
CONEXIÓN DE ENGRASE	3B-8489	1	CILINDRO DE LA PLUMA Y SELLO (GR)	356
CONEXIÓN DE ENGRASE (ROSCA DE 1/8-27)	3B-8489	1	CILINDRO DE LA PLUMA Y SELLO (GR)	352
ELEMENTO DE FILTRO DE ACEITE. (CONJ 8HIDRAULICO)	126-2081	1	FILTRO DE ACEITE (GR)	394
FILTRO DE ACEITE 8CONJ)	5I-8670	1	FILTRO DE ACEITE (GR)	391
FILTRO DE RETORNO	093-7521	1	FILTRO DE ACEITE (GR)	390
RESPIRADERO (CONJ)	4I-7527	1	MANDO DE ROTACION (GR)	386
SELLO ANULAR	123-2003	2	FILTRO DE ACEITE (GR)	392

Autor: José Daniel Ruiz Pinzón

Anexo 7. Control de Tiempo

	GESTIÓN DE MANTENIMIENTO REPORTE DE HORAS LABORADAS				
Ciudad y fecha. Barrancabermeja, 18 de febrero de 2009					
MARCA	MODULO	MODELO	SERIE	ARREGLO	AÑO
TEREX	MAQUINA	T 340 XL	12101/51411		2001
CUMMINS	MOTOR	6CTAA	95311		
CONTRATISTA:		OPERADOR:			
REPORTE HORAS LABORADAS					
FECHA	HORAS LABORADAS	HOROMETRO INICIAL	HOROMETRO FINAL	OBSERVACIONES	
18/02/2009	0	13757	13757	El equipo está barado	
19/02/2009	0	13757	13757	Presenta un problema en la bomba de inyección. Según diagnostico del especialista es necesario cambiarla	
20/02/2009	0	13757	13757	Cambio aceite de motor y filtros	
21/02/2009	7	13757	13764		
22/02/2009	8	13764	13772		
23/02/2009	8	13772	13780		
24/02/2009	8	13780	13788		
25/02/2009	8	13788	13796		
26/02/2009	8	13796	13804		
27/02/2009	8	13804	13812		
28/02/2009	8	13812	13820		
01/03/2009	0	13820	13820	dia de descanso	
02/03/2009	7	13820	13827		
03/03/2009	9	13827	13836		
04/03/2009	8	13836	13844		
05/03/2009	8	13844	13852		
_____ FIRMA DEL OPERADOR			_____ FIRMA INGENIERO DE MANTENIMIENTO		

Autor: Ing. Ignacio Guerra Palacios