

ANÁLISIS DE MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA MOVITIERRA
CONSTRUCCIONES S.A.

SEBASTIÁN BERNAL RUIZ

UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA
MEDELLÍN
2011

ANÁLISIS DE MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA MOVITIERRA
CONSTRUCCIONES S.A.

SEBASTIÁN BERNAL RUIZ

Proyecto de grado
INGENIERO MECÁNICO

Asesor
OSCAR PLAZA SIBAJA
Ingeniero Mecánico

UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA
MEDELLÍN
2011

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	12
1. OBJETIVOS	13
1.1 OBJETIVO GENERAL	13
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
1.2.1 Objetivo 1	13
1.2.2 Objetivo 2	13
1.2.3 Objetivo 3	13
1.2.4 Objetivo 4	13
1.2.5 Objetivo 5	13
2. PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE MANTENIMIENTO	14
2.1 GENERALIDADES	14
2.2 NIVEL INSTRUMENTAL	16
2.2.1 5S	24
2.2.2 Flash Audit	26
2.3 NIVEL OPERACIONAL	28
2.3.1 Acciones correctivas	30
2.3.1.1. Mantenimiento correctivo por sustitución de elementos	30
2.3.1.2. Reparaciones	31
2.3.1.3. Factores del mantenimiento correctivo	31
2.3.2 Mantenimiento predictivo	31
2.3.3 Acciones preventivas	32
2.4 NIVEL TÁCTICO	33
2.4.1 TPM (Mantenimiento Productivo Total)	34
2.4.2 RCM (Mantenimiento centrado en fiabilidad)	37
2.4.3 TPM Y RCM combinado	38
2.4.4 Táctica PMO. (Planned Maintenance Optimization)	39
2.5 NIVEL ESTRATÉGICO	40
2.5.1 Informes de gestión del mantenimiento	42

2.5.2 Índices de clase mundial	42
2.5.3 Gestión de equipos	44
2.5.4 Informe historial de los equipos	46
2.5.5 Gestión de Costos	46
2.5.6 Gestión de mano de obra	48
2.5.7 Control dinámico de grandes reparaciones	49
2.5.8 Introducción al mantenimiento predictivo	50
2.6 ASPECTOS GENERALES DE MOVITIERRA CONSTRUCCIONES S.A.	51
2.7 CONCLUSIONES DE CAPÍTULO	53
3. REVISAR EL ESTADO ACTUAL DE LOS NIVELES DE MANTENIMIENTO	54
3.1 NIVEL INSTRUMENTAL	54
3.2 NIVEL OPERACIONAL	62
3.3 NIVEL TÁCTICO	64
3.4 NIVEL ESTRATÉGICO	65
3.5 CONCLUSIONES DE CAPÍTULO	66
4. PUNTOS CLAVES Y TÓPICOS CRÍTICOS DE MANTENIMIENTO	67
4.1 NIVEL INSTRUMENTAL	67
4.2 NIVEL OPERACIONAL	68
4.3 NIVEL TÁCTICO	69
4.4 NIVEL ESTRATÉGICO	69
4.5 CONCLUSIONES DE CAPÍTULO	70
5. PLAN DE MEJORA PARA MANTENIMIENTO	71
5.1 NIVEL INSTRUMENTAL	72
5.2 NIVEL OPERACIONAL	76
5.3 NIVEL TÁCTICO	78
5.4 MEJORAS ENFOCADAS	79
5.5 MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	80
5.6 NIVEL ESTRATÉGICO	83
5.7 CONCLUSIONES DE CAPÍTULO	85

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	86
BIBLIOGRAFÍA	88
ANEXOS	92

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Significado y acciones de cada una de las 5S.	25

LISTA DE GRÁFICAS

	pág.
Gráfica 1. Unidad elemental de mantenimiento	15
Gráfica 2. Elementos estructurales de ingeniería de fábricas	16
Gráfica 3. Relación entre mantenimiento, calidad y producción	24
Gráfica 4. Resultados de Flash Audit	28
Gráfica 5. Clasificación real o mental de los niveles de mantenimiento	29
Gráfica 6. Objetivos del TPM	37
Gráfica 7. Enfoque Sistémico Kantiano de Mantenimiento Estratégico	41
Gráfica 8. Dominio del estado de confiabilidad	87

LISTA DE FOTOS

	pág.
Foto 1. Bulldozer	54
Foto 2. Área de mantenimiento	59
Foto 3. Área de mantenimiento	59
Foto 4. Área de cambio de aceite	60
Foto 5. Área de cambio de aceite	60
Foto 6. Área de almacenamiento de Aceite	61
Foto 7. Almacén	61
Foto 9. Herramientas y repuestos en almacén	74
Foto 10. Repuestos y herramientas del taller de mecanizado	74
Foto 11 Área de trabajo	75
Foto 12. Herramienta	75
Foto 13. Herramienta en tableros visibles	76

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Secuencia lógica	13
Tabla 2. Objetivos y propósitos de las 5S	26
Tabla 3. Áreas y tópicos que cubren y diagnostican el Flash Audit	27
Tabla 4. Gestión de costos	46
Tabla 5. Maquinaria	55
Tabla 6. Personal de mantenimiento	56

LISTA DE ECUACIONES.

	pág.
Ecuación 1. Tiempo medio entre fallas.	43
Ecuación 2. Tiempo medio entre reparaciones.	43
Ecuación 3. Tiempo medio para la falla.	43
Ecuación 4. Disponibilidad de equipos.	43
Ecuación 5. Costo de mantenimiento por facturación.	44
Ecuación 6. Costo de mantenimiento por valor de reposición.	44
Ecuación 7. Tiempo medio entre mantenimientos preventivos.	44
Ecuación 8. Tiempo medio para intervenciones preventivas.	45
Ecuación 9. Tasa de falla observada.	45
Ecuación 10. Tasa de reparación.	45
Ecuación 11. No conformidad de mantenimientos.	45
Ecuación 12. Sobrecarga de servicios de mantenimiento.	45
Ecuación 13. Alivio de servicios de mantenimiento.	46
Ecuación 14. Componente del costo de mantenimiento.	47
Ecuación 15. Progreso en los esfuerzos de reducción de costos.	47
Ecuación 16. Costo relativo con personal propio.	48
Ecuación 17. Costo relativo con material.	48
Ecuación 18. Trabajos en mantenimientos programados.	49
Ecuación 19. Trabajo en mantenimiento correctivo.	49
Ecuación 20. Otras actividades del personal de mantenimiento.	49

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Reporte de compras.	93
Anexo B. Informes de mantenimientos correctivos realizados.	96
Anexo C. Planos de lubricaciones.	105
Anexo D. Informe de pendientes.	111

INTRODUCCIÓN

La empresa Movitierra Construcciones S.A., con sede en la ciudad de Pereira, tiene una experiencia de 17 años en la realización de obras civiles, participa en la ejecución de diversos proyectos no sólo a nivel regional, sino nacional, destacándose por su calidad y cumplimiento.

El campo de acción está relacionado con la construcción de obras de infraestructura vial, construcción y pavimentación de vías, movimientos de tierra, construcción de vivienda, construcción de estructuras en concreto, construcción de acueductos y alcantarillados, Alquiler y venta de equipos y maquinaria.

El alto costo de la maquinaria nueva, lleva a las empresas a implementar el mantenimiento ya que por medio de este se asegura el buen estado de funcionalidad de todos los equipos empleados. En periodos de tiempo de largo y mediano plazo, es necesario mantener precios competitivos para los bienes o servicios, para lograrlo se establece una condición de servicio de largo plazo en el mantenimiento de la maquinaria (Mora, 2009).

Mantenimiento es una forma de soporte a producción por lo tanto, al ser un objeto de servicio, sus funciones varían significativamente respecto a aquellas entidades que generan bienes y servicios, de este modo sus características son de apoyo y por lo tanto debe enfocarse desde la logística.

Los objetivos de mantenimiento sirven de fundamento logístico, para que otras áreas empresariales puedan cumplir su función de producción de bienes o servicios (Bohan, 2003).

El gran desarrollo tecnológico en todo el proceso productivo de una compañía e igualmente la complejidad empresarial, llevan al estudio del mantenimiento y a su aplicación con más profundidad y rigurosidad, si se desea el cumplimiento de los objetivos.

Las empresas implementan el mantenimiento en la industria debido a la importancia para el logro de sus metas, por lo cual se realizan mejoras al mantenimiento a la empresa Movitierra Construcciones S.A., con el fin de maximizar sus beneficios, lograr que la vida útil de sus equipos sea la mayor posible, además realizar estrategias de mantenimiento eficientes que permitan el desarrollo de la empresa (Toro, 2010).

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar la gestión del departamento de mantenimiento de la empresa Movitierra Construcciones S.A.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1.2.1 Objetivo 1. Relatar los principios fundamentales de mantenimiento, para analizar la situación de la empresa Movitierra Construcciones S.A. – Nivel 1 – Conocer.

1.2.2 Objetivo 2. Revisar el estado actual de los niveles de mantenimiento: Instrumental, Operacional, Táctico y Estratégico, con el fin de evaluar el estado organizacional de mantenimiento en Movitierra Construcciones S.A. – Nivel 2 – Comprender.

1.2.3 Objetivo 3. Esbozar los puntos claves y tópicos críticos de mantenimiento susceptibles de mejoras en Movitierra Construcciones S.A. – Nivel 3 – Aplicar.

1.2.4 Objetivo 4. Presentar un plan de mejora a mantenimiento con estrategias, acciones, metas, procedimientos, con el fin de lograr mejoras. – Nivel 4 – Analizar.

1.2.5 Objetivo 5. Presentar las conclusiones del proyecto.

Tabla 1. Secuencia lógica.

	Nivel	Objetivo
1	Conocer	Fundamentos.
2	Comprender	Niveles.
3	Aplicar	Mejoras.
4	Analizar	Plan de mantenimiento.

Fuente: El autor.

2. PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE MANTENIMIENTO

2.1 GENERALIDADES

Las empresas realizan procesos productivos, para que los activos implicados en dicho proceso se mantengan en un buen estado de funcionamiento, confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad, acorde a sus necesidades, para lograr su objetivo como empresa; debido a esto las organizaciones deben procurar que la vida útil de sus equipos sea la máxima posible al mínimo costo alcanzable; lo cual se logra a través del mantenimiento industrial como una entidad de servicio a la producción (ESReDa, 2001).

Los procesos industriales tiene como objetivo disminuir costos en instalaciones, maquinaria y mano de obra para obtener la calidad y cantidad deseada, la alta productividad se consigue con el empleo racional, eficaz y económico de una empresa, dentro de esto se encuentra el mantenimiento de las máquinas e instalaciones en condiciones óptimas de funcionamiento (Rey, 2003).

Los activos pueden maximizar su eficacia, eficiencia, efectividad y productividad, mediante el conocimiento y la aplicación de las leyes que rigen la relación entre producción y mantenimiento (Mora, 2009).

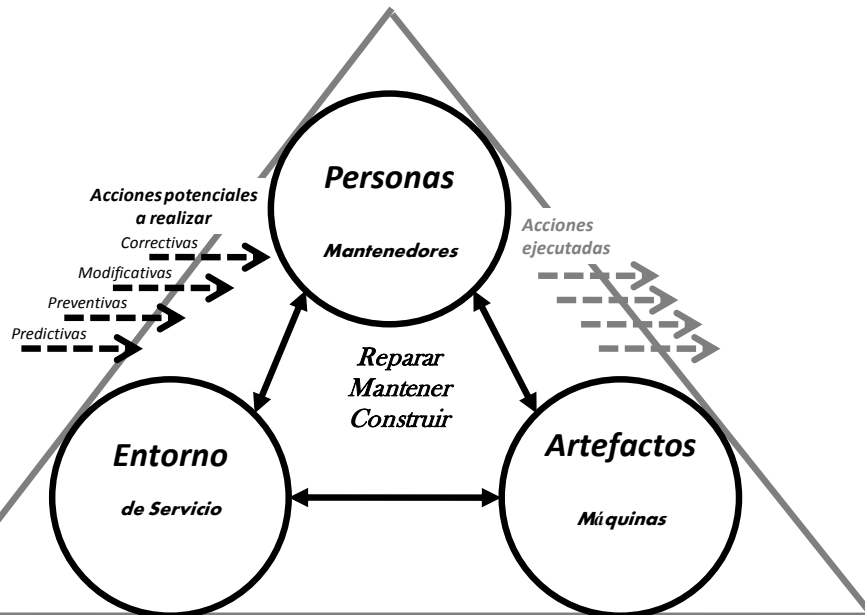
En mantenimiento se utiliza el enfoque sistémico para admitir el reconocimiento de tres elementos fundamentales como los son: las personas, las máquinas y el entorno.

Se entiende por esto que el mantenimiento se aplica en elementos, máquinas o sistemas productivos que genera el ser humano, donde su fin es preservar los equipos mediante su construcción, reparación y mantenimiento (Mora, 2009).

El mantenimiento y la reparación son partes importantes del objeto de estudio, donde se entiende que la función de mantener depende del ciclo de vida de las máquinas (mantenimiento, reparación y sustitución) y en el contexto de reparación, o más bien mantenibilidad: más reducida (Ávila, 1992).

* Mantenibilidad se define como la probabilidad de que un equipo sea restablecido a una condición específica dentro de un periodo de tiempo dado, usando recursos determinados

Gráfica 1. Unidad elemental de Mantenimiento.



Fuente: MORA Gutierrez , Alberto. Mantenimiento industrial efectivo. Medellín: Coidi, 2009. 9789589890202.

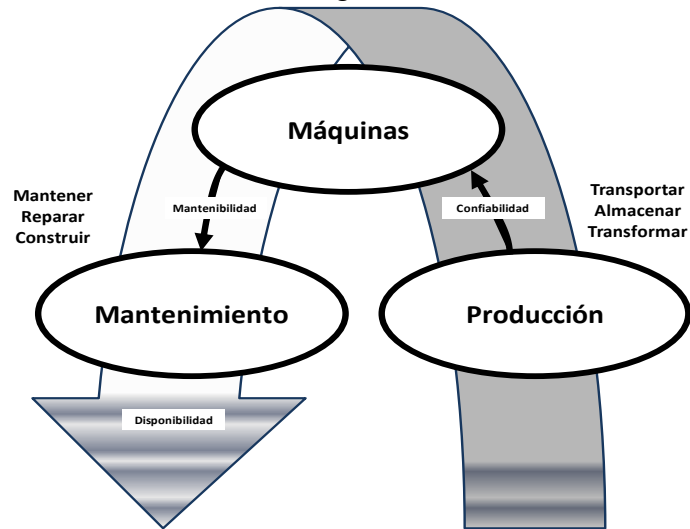
La rentabilidad está relacionada con el mantenimiento a través de la productividad de los equipos y el gasto de uso, con el se incrementa el rendimiento de los equipos y disponibilidad, pero aumentan los gastos de los equipos, el departamento de ingeniería debe equilibrar estos dos factores para que sea rentable en la empresa (Kelly, y otros, 1998).

Un equipo o máquina a lo largo de su vida sufre una serie de inconvenientes, si no se evitan o se eliminan, su rendimiento disminuye y la vida útil se reduce, por esto toda empresa necesita de alguien que las mantenga y repare, cuanto más automatizada este la instalación, menos personal se necesitara.

El mantenimiento comprende a las personas que ofrecen y prestan el servicio de conservación de equipos a los departamentos o empresas que producen bienes o servicios, mediante los recursos que disponen.

Los elementos principales de la producción en las empresas son: producción, máquinas y mantenimiento, además tienen una jerarquía en los niveles y establecen las relaciones y las condiciones entre sus tres elementos (Mora, 2009).

Gráfica 2. Elementos estructurales de ingeniería de fábricas.



Fuente: MORA Gutierrez , Alberto. Mantenimineto industrial efectivo. Medellin: Coldi, 2009. 9789589890202.

La función de mantenimiento es sostener o alargar la vida útil de los elementos, o equipo de producción, con dos elementos básicos el cuerpo y la función, los efectos del tiempo están relacionados con el deterioro de la máquina, al proceder como causante de desgaste.

2.2 NIVEL INSTRUMENTAL

El nivel instrumental está compuesto por todos los elementos reales requeridos para que exista mantenimiento en las empresas, además , gestiona el manejo sistémico de toda la información construida, solicitada en un sistema de mantenimiento en lo referente a las relaciones entre Personas, Recursos Productivos y Máquinas; pertenecen a este grupo todos los registros, documentos, historia, información, codificación, entre otros; en general todo lo que identifica a los equipos, a los recursos y de mantenimiento; la administración de la información y su tratamiento estadístico; la estructura organizacional de los tres elementos descritos de un sistema de mantenimiento (Moore@, 2001):

El primer nivel de mantenimiento cataloga instrumentos de orden superior como el mejoramiento continuo, igualmente herramientas avanzadas específicas y de

* @ - El símbolo de la arroba se usa para denotar que la fuente es tomada de Internet y se clasifica de forma detallada en la Bibliografía.

orden técnico como pronósticos, análisis de fallas y manejo de inventarios. En general el nivel instrumental comprende todos los elementos físicos e intangibles que requieren las personas para poder ejecutar las acciones concretas de mantenimiento sobre los elementos o máquinas (Rojas, 1975).

El nivel instrumental provee los criterios básicos y los fundamentos importantes para tomar decisiones acertadas en la selección de elementos vitales en los cuatro niveles de mantenimiento, de manera que la estrategia a implementar sea coherente.

Los elementos reales necesarios están en el nivel instrumental, para que el área de mantenimiento funcione, se denominan de orden real los instrumentos de mantenimiento y entre los más relevantes se puede enunciar los básicos y avanzados.

El nivel instrumental está compuesto por los elementos reales necesarios, la información de todos los equipos, partes y componentes, generación de ordenes de trabajo, planes de mantenimientos de corto, mediano y largo plazo, inventario y gestión de repuestos, generación de pedidos push y pull cuando así se requiera, salarios y historia de todos los empleados, costos de los recursos de mantenimiento y producción, costos de las ordenes de trabajo, registro minuto a minuto de operación y mantenimiento de los equipos, tiempos de fallas y reparaciones, costos de operación, sustitución y de mantenimiento de los equipos.

El recurso humano es clave en el nivel instrumental, entre los aspectos a tener en cuenta, están: selección, búsqueda de escuelas, entrenamiento, desarrollo, formación para las tareas asignadas, remuneración, subcontratación, liderazgo, sustitución, habilidades y competencias, análisis e interpretación de resultados, es importante que las personas estén relacionadas a las estrategias implementadas en la empresa.

Las herramientas, insumos y repuestos, son los elementos básicos para llevar a cabo las tareas correctivas o proactivas de mantenimiento, deben acomodarse a las tácticas y estrategias seleccionada, los costos relacionados a repuestos e insumos son importantes dentro de la inversión y gastos de mantenimiento, si la empresa Movitierra Construcciones S.A. logra desarrollar políticas de manejo de inventario puede alcanzar ahorros superiores al treinta por ciento mensual, en capital de destino (Mora, 2009).

El capital de trabajo, el espacio físico, la tecnología, la maquinaria, los recursos naturales, el poder de negociación y planeación son factores importantes requeridos para la función de la materia prima del departamento, fundamentalmente es una entidad de servicio que se diferencia de la operación, debido a que otorga un apoyo logístico para que el área productiva pueda lograr su función de agregar valor a los procesos de servicios o producción de bienes. En la forma como se manejen los factores se puede medir el grado de eficacia, eficiencia y competitividad de la empresa.

El mantenimiento depende de la producción, coincide que todos deben buscar su máxima eficacia y disponibilidad, el objetivo de mantenimiento frente a producción consiste en mantener en óptimo estado las máquinas, si producir se entiende como la máxima explotación de los equipos para cumplir con los planes de manufactura, por mantenimiento se debe pensar como la máxima funcionalidad y disponibilidad de los equipos.

La productividad en servicios es la relación entre el incremento logrado en la cantidad de servicios de mantenimiento realizado y el incremento específico en la cantidad de los factores productivos utilizados para generar esos servicios de mantenimiento (Mora, 2009).

Los factores productivos cubren las actividades de la gestión de producción y mantenimiento, se deben de tener en cuenta individualmente en el momento de realizar un análisis a la empresa, entre los recursos están.

Capital (K), el capital es un factor de producción constituido por inmuebles, maquinaria o instalaciones, que en colaboración con otros factores principalmente el trabajo y bienes intermedios, se destina a la producción de bienes de consumo, se refiere a todos los recursos económicos necesarios para adquirir insumos, equipos, herramientas, tecnologías, etc. Contiene todos los recursos financieros utilizados en la producción o el mantenimiento, Además es la cantidad de recursos, bienes y valores disponibles para satisfacer una necesidad o llevar a cabo una actividad definida y generar un beneficio económico o ganancia particular. A menudo se considera la fuerza de trabajo parte del capital.

La actividad que se realiza puede ser la producción, el consumo, la inversión, la constitución de una empresa, etc. Cuando este capital se destina a la producción, se convierte en un factor de producción. El capital se puede acumular con el

tiempo y sus retornos pueden ser utilizados o reutilizados para aumentar el capital original.

Recursos Humanos (N), son todas las personas de alto, medio y bajo nivel que laboran en el área, también se tiene en cuenta su nivel salarial, motivación y es el capital más valioso en la gestión de mantenimiento, se llama recursos humanos (RRHH) a la función que se ocupa de seleccionar, contratar, formar, emplear y retener a los colaboradores de la organización. Estas tareas las puede desempeñar una persona o departamento en concreto junto a los directivos de la organización.

El objetivo básico que persigue la función de recursos humanos con estas tareas es alinear las políticas de RRHH con la estrategia de la organización, lo que permitirá implementar la estrategia a través de las personas.

Generalmente la función de recursos humanos está compuesta por áreas tales como reclutamiento y selección, contratación, capacitación, inducción de personal y su permanencia en la empresa. Dependiendo de la empresa o institución donde la función de recursos humanos opere, pueden existir otros grupos que desempeñen distintas responsabilidades que pueden tener que ver con los aspectos tales como la administración de la nómina de los empleados o el manejo de las relaciones con sindicatos, entre otros. Para poder ejecutar la estrategia de la organización es fundamental la administración de los recursos humanos, para lo cual se debe considerar concepto tales como la comunicación organizacional, el liderazgo, el trabajo en equipo, la negociación y la cultura organizacional.

Recursos naturales (RN), Son los recursos que se tienen a la mano en las cercanías físicas y geográficas de la empresa, en economía se consideran recursos todo aquellos medios que contribuyen a la producción y distribución de los bienes y servicios de que los seres humanos hacen uso. Los economistas entienden que todos los recursos son siempre escasos frente a la amplitud y diversidad de los deseos humanos, que es como explican las necesidades; definiéndose precisamente a la economía como la ciencia que estudia las leyes que rigen la distribución de esos recursos ante los distintos fines posibles, los recursos naturales se refieren a los factores de producción proporcionados por la naturaleza sin modificación previa realizada por el hombre, y se diferencia de los recursos culturales y humanos que no son generados por el hombre. El uso de cualquier recurso natural acarrea un concepto a tener en cuenta, resistencia, que debe vencerse para lograr la explotación e interdependencia.

Tecnología (T), es el conjunto de conocimientos técnicos, habilidades y competencias desarrollados por el mantenimiento y la empresa, todo relacionado a la actividad científica, que permiten diseñar y crear bienes y servicios que facilitan la adaptación al medio ambiente y satisfacer tanto las necesidades esenciales como los deseos de las personas.

La actividad tecnológica influye en el progreso social y económico, pero su carácter abrumadoramente comercial hace que esté más orientada a satisfacer los deseos de los más prósperos consumidores que las necesitan.

La tecnología es un conjunto de saberes, habilidades, destrezas y medios necesarios para llegar a un fin predeterminado mediante el uso de objetos artificiales o artefactos. Esta definición es insuficiente porque no permite diferenciarlas de las artes y las ciencias, para lo cual hay que analizar las funciones y finalidades de las tecnologías.

Planeación (P), es la capacidad que tiene el mantenimiento y la organización para diseñar su futuro y lograrlo, está referido a las metas, a lo que se quiere llegar en el presente y el futuro.

Toda empresa diseña planes estratégicos para el logro de sus objetivos y metas planteados, estos planes pueden ser a corto, mediano y largo plazo, según la amplitud y la magnitud de la empresa. Es decir, su tamaño, ya que esto implica que cantidad de planes y actividades debe ejecutar cada unidad operativa, ya sea de niveles superiores o niveles inferiores.

Ha de destacarse que el presupuesto refleja el resultado obtenido de la aplicación de los planes estratégicos, es fundamental conocer y ejecutar correctamente los objetivos para poder lograr las metas trazadas por la empresa.

Es de importancia que la empresa precise con exactitud y cuidado la misión que la rige, ya que esta representa las funciones operativas que ejecuta en el mercado y suministra a los consumidores.

Poder de negociación (PN), es el nivel que alcanza la empresa para llevar a cabo negocios con sus clientes internos y externos. En el poder de negociación de los compradores o clientes, están el grado de dependencia de los canales de distribución, posibilidad de negociación, especialmente en industrias con muchos costos fijos, el volumen del comprador, disponibilidad de información para el

comprador, capacidad de información hacia atrás, existencias de productos sustitutos, sensibilidad del comprador al precio, la ventaja diferencial del producto y análisis del cliente.

El poder de negociación de los proveedores o vendedores, se refiere a una amenaza impuesta sobre la industria de los proveedores, a causa del poder que estos disponen ya sea por su grado de concentración, por la especificidad de los insumos que proveen, por el impacto de estos insumos en el costo de la industria, etc. Algunos factores asociados son:

- Facilidad o costos para el cambio de proveedor.
- Grado de diferenciación de los productos del proveedor.
- Presencia de productos sustitutos.
- Concentración de los proveedores.
- Solidaridad de los empleados.
- Costos de los productos del proveedor en relación con el costo del producto final.

El poder de negociación con las amenazas de nuevos competidores entrantes, los factores que definen esta fuerza son:

- Existencias de barreras de entrada.
- Economías de escala.
- Valor de la marca.
- Costes de cambio.
- Requerimientos de capital.
- Ventajas absolutas en costos.
- Ventajas en la curva de aprendizaje.
- Represarías esperadas.
- Mejoras en la tecnología.

En amenazas de productos sustitutos en el poder de negociación, donde existen muchos productos iguales o similares, se supone por lo general baja rentabilidad. Podemos citar los siguientes factores:

- Propensión del comprador a sustituir.
- Precios relativos de los productos sustitutos.
- Costo o facilidad de cambio del comprador.

- Nivel percibido de diferenciación de producto.
- Disponibilidad de sustitutos cercanos.

La rivalidad entre los competidores más que una fuerza es el resultado de las cuatro anteriores. La rivalidad entre los competidores define la rentabilidad de un sector, cuanto menos competido se encuentre un sector, normalmente será más rentable y viceversa.

Espacio físico (V), es la dimensión física de las instalaciones donde interactúa mantenimiento con los equipos y servicios que desarrolla.

La distribución de espacio físico se refiere a la disposición física de los puestos de trabajo, de sus componentes materiales y de la ubicación de las instalaciones de para atención y servicios tanto para el personal, como para los clientes.

El estudio de la distribución de espacio busca contribuir al incremento de la eficiencia de las actividades que se realizan, las unidades que conforman una organización, así como también proporcionar a los directivos y empleados el espacio físico suficiente, adecuado y necesario para desarrollar sus funciones de manera eficiente y eficaz, y al mismo tiempo permitir a los clientes de la organización obtener los servicios y productos que demandan bajo las mejores condiciones, y procurar que el arreglo del espacio facilite la circulación de las personas, la realización, supervisión y flujo racional del trabajo y demás, el uso adecuado de los elementos y materiales para de ese modo reducir tiempo y costos para llevarlos a cabo.

Información (I), es el manejo estructurado de la información y de los datos que administra sobre los equipos, elementos, repuestos, servicios, etc. Propios o relativos a sus clientes, proveedores o de su entorno (Poter, 1999).

La información es un conjunto de datos procesados, que constituyen un mensaje que cambia el estado de conocimiento del sujeto o sistema que recibe dicho mensaje, el objetivo de la información es aumentar el conocimiento del usuario, la materia prima fundamental para el desarrollo de soluciones, y proporcionar una serie de reglas de evaluación y reglas de decisión para fines de control.

En la forma como se manejen y operen estos 8 factores productivos precisan los niveles de eficacia, eficiencia y efectividad de los instrumentos básicos de mantenimiento y define el nivel de productividad y competitividad que se puede

alcanzar acuerdos a la gestión y operación realizada en la fase instrumental (Mora, 2009).

La eficacia es realizar las tareas correctivas del mantenimiento, la eficiencia alcanzar los objetivos definidos como son los manteamientos planeados por medio de los factores productivos asignados y por último, la efectividad es obtener los diferentes objetivos propuestos, con los recursos productivos asignados para la tarea, en el menor tiempo, con la mayor oportunidad y rapidez, al menor costo, con la máxima calidad y competitividad, alcanzando la mayor satisfacción al cliente.

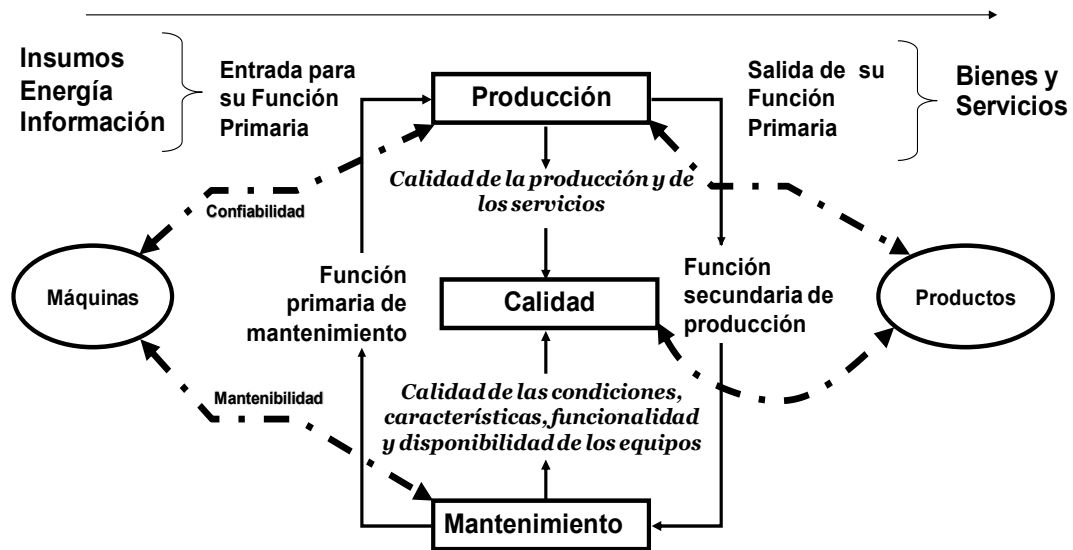
Los diferentes niveles de medidas se clasifican en, índices que se refiere a indicio o señal de algo, el rendimiento a la forma de medir su grado de éxito de la función o misión que desempeña y los indicadores es la magnitud o expresión cuantitativa del comportamiento de varias variables o de los atributos de un producto o servicio en proceso de una organización.

Para realizar tareas de reparaciones se debe tener en cuenta los siguientes conceptos, la actividad es algo que hacen varios seres humanos sobre un objeto o cosa, es la unidad más elemental de una empresa. El proceso es un conjunto secuencial, lógico y organizado de actividades, con un fin, es un grupo orgánico de procesos, ligados entre sí por una meta.

El nivel de desarrollo de mantenimiento o producción se puede medir en tiempo y espacio, la terminología a utilizar es productividad, es la valoración que permite establecer si las metas propuestas se han logrado en el transcurrir del tiempo y competitividad es la comparación evaluativa del logro de las metas con otras entidades en el mismo tiempo, pero en diferentes espacios.

Es muy importante el rol que juegan las herramientas avanzadas de mantenimiento en los niveles superiores, bajo el enfoque sistémico kantiano, ya que son las bases de algunas acciones y tácticas particulares de calidad en la operación de mantenimiento (Mora, 2009).

Gráfica 3. Relación entre mantenimiento, calidad y producción.



Fuente: MORA Gutierrez , Alberto. Mantenimineto industrial efectivo. Medellin: Coldi, 2009. 9789589890202.

La relación producción máquina mantenimiento está relacionada al máximo con la disponibilidad en los equipos funcionales que se deben mantener, su impacto en las características físicas y las actuaciones de mantenimiento están asociadas a la calidad misma de los trabajos que realizan.

2.2.1 5S. Son instrumentos avanzados que permiten mejorar el ambiente de trabajo en mantenimiento, una de las ventajas es que constituye una base fundamental de cualquier operación y táctica, es ideal aplicar este instrumento en empresas que han superado el nivel operativo y se preparan a implementar una técnica de nivel táctico.

El programa de las 5S consiste en orden y limpieza en lugar de trabajo, que por su sencillez permiten la participación de pequeños grupos de trabajo a lo largo y ancho de la compañía. Las 5S son un conjunto de cinco palabras japonesas que inician con la letra S.

En la selección de los repuestos la necesidad de codificar para facilitar la administración de la gestión de los mismos, surge un problema de la decodificación debido a las posibles maneras de llamar un mismo artículo. A pesar de ser cosas diferentes.

Un buen sistema de codificación debe presentar las siguientes características.

Los materiales deben de ser identificados rápidamente y sin ambigüedades, los que son equivalentes deben de ser identificados mediante referencias cruzadas, los códigos deben de tener una longitud mínima que permita clasificar todos los artículos existentes y previos, debe de ser arborizado de manera que facilite la agrupación de los artículos y su búsqueda. El código debe ir siempre acompañado de una descripción de longitud limitada y formato preestablecido (Díaz Matalobos, 1991).

Cuadro 1. Significado y acciones de cada una de las 5S.

SEIRI	.....	SELECCIONAR	: Separar, descartar, despejar
SEITON	.....	ORDENAR	: Acomodar, ordenar
SEISO	.....	LIMPIAR	: Limpiar inspeccionando
SEIKETSU	.....	ESTANDARIZAR	: Mantener, uniformar, mejorar
SHITSUKE	.....	AUTODISCIPLINA	: Entrenamiento y disciplina

Fuente: MORA Gutierrez , Alberto. Mantenimineto industrial efectivo. Medellin: Coldi, 2009. 9789589890202.

La clave del éxito para la implementación de las 5S es:

- Compromiso de todas las personas de mantenimiento y producción.
- Capacitación y entrenamiento permanente.
- Involucrar a todo el recurso humano de la organización, en especial a mantenimiento-producción-calidad.
- Reforzar y monitorear permanente el proceso, reiniciándolo periódicamente, para mantener y superar los niveles alcanzados en las 5S.
- El sitio de trabajo se debe mantener como una sala de recibo.
- 5S aumenta la seguridad en el puesto de trabajo.

Tabla 2. Objetivos y propósitos de las 5S.

5S	Significado	Finalidad
<i>SEIRI</i> <i>Seleccionar</i>	Se basa en seleccionar los objetos innecesarios en el lugar de trabajo y descartarlos; lo que no sirve se debe eliminar o donarlo. De una forma similar debe actuar en las actitudes mentales, dejando de lado todas las actitudes negativas que no permiten crecer, como son: prejuicios, malas intenciones, comentarios innecesarios, falta de respeto, dudas, temores.	<ul style="list-style-type: none"> • Hacer el trabajo más fácil al eliminar obstáculos. • Prescindir de cuidar cosas innecesarias y evitar las pérdidas de los objetos. • Prevenir operaciones erróneas o fallas causadas por cosas innecesarias.
<i>SEITON</i> <i>Ordenar</i>	<p>Consiste en organizar los objetos necesarios de tal forma que sean fácilmente asequibles para su uso:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Un lugar para cada cosa. • Cada cosa en su lugar <p>Permite la organización de los objetos y utensilios de una forma sistémica permite reducir los tiempos administrativos y logísticos de mantenimiento y producción, haciendo más visible su ubicación. También se aplica a la forma de actuar y de comportamiento social humano en el trabajo, sirve para reglamentar y estandarizar las normas de vida y conducta.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Prevenir las pérdidas de tiempo en la ubicación y traslado de objetos, las cuales son actividades que no generan valor agregado y producen retrasos en los tiempos de mantenimiento y producción, evitando demoras en ambos procesos • Asegurar que lo que entra primero sale primero, base de la prevención de pérdidas por deterioro, debido a la vida útil de algunas materias primas para la producción. Aquí es recomendable aplicar un término de la contabilidad, los inventarios <i>FIFO</i> (<i>First in first out</i>, lo primero en entrar debe ser lo primero en salir). • Establecer procedimientos e instrucciones que faciliten la ejecución de las operaciones, actividades y procesos de mantenimiento y operación. • Implantar sistemas de control visual que permitan tanto a nivel del personal de la empresa como a nivel externo, ubicar fácilmente los lugares y los objetos, que permitan un fácil entendimiento de los procesos y los procedimientos de producción y mantenimiento.
<i>SEISO</i> <i>Limpiar</i>	Procura limpiar completamente el lugar de trabajo para que no haya elementos exógenos al proceso, disminuyendo los problemas de averías de las máquinas, contaminación, inicio de fallas, etc.	<ul style="list-style-type: none"> • Facilitar la elaboración de productos de calidad. • Combinar la limpieza con la inspección, con el fin de detectar fallas potenciales antes de que se inicien. • Hacer del lugar de trabajo un sitio seguro y confortable.
<i>SEIKETSU</i> <i>Estandarizar</i>	<p>Mantiene en orden y limpio el sitio de trabajo y los utensilios de mantenimiento y producción. Se preocupa por el mantenimiento del ambiente de trabajo, logrando así mejorar el aspecto laboral, reducir la contaminación, disminuir los accidentes y los costos de mantenimiento, calidad y producción.</p> <p>Trata de mantener los niveles alcanzados en términos de estandarización de actividades y procesos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener los niveles logrados de SEIRI, SEITON y SEISO. • Eliminar las causas que provocan la suciedad y un ambiente de trabajo no confortable. • Proteger al trabajador de condiciones peligrosas. • Estandarizar y visualizar los procedimientos de operación y mantenimiento diario. • Permitir que las personas de mantenimiento y producción desarrollen y muestren su talento y creatividad.
<i>SHITSUKE</i> <i>Autodisciplina</i>	<p>Entrena a las personas para que mantengan disciplina, autonomía, buenas prácticas de orden y limpieza.</p> <p>El recurso humano reconoce la bondad de la aplicación de las 5S para el beneficio colectivo e individual.</p> <p>Es un proceso que requiere tiempo, pero sobre todo mucho esfuerzo y constancia de quienes son responsables del proceso de implantación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Hacer a las personas más disciplinadas y con buenos modales, en otras palabras se necesita fomentar nuevas costumbres y valores dentro de la empresa, hace énfasis en descartar los paradigmas antiguos y adquirir otros más productivos. • Cumplir con las reglas de la empresa y de la sociedad. • Tener un personal más proactivo.

Fuente: MORA Gutierrez , Alberto. Mantenimineto industrial efectivo. Medellín: Coldi, 2009. 9789589890202.

2.2.2 Flash Audit. El Flash Audit utiliza 12 criterios mencionados en la siguiente ilustración.

Tabla 3. Áreas y tópicos que cubre y diagnostica el Flash Audit.

Área	Tópico	Número de preguntas por tópico	Número de preguntas por área	Porcentaje de preguntas que cubre
0 - Estado de la relación entre las áreas de mantenimiento y producción			34	
a)	Comunicación y relaciones	6		
b)	Métodos de intervención	9		
c)	Percepción del nivel de mantenimiento preventivo	11		
d)	Medición de la función de mantenimiento por el área de producción	8		8.81%
2 - Los niveles superiores como observan a mantenimiento			31	
a)	Posición de mantenimiento en la estructura y organigrama de la empresa	9		
b)	Ubicación del recurso humano y su mano de obra dentro de la empresa	7		
c)	Opinión sobre mantenimiento	8		
d)	Importancia que se da a los recursos financieros	7		8.03%
3 - Percepción interna y propia de mantenimiento			26	
a)	Importancia que se da a la organización en mantenimiento	10		
b)	Manejo, gestión y análisis de datos y registros en mantenimiento	8		
c)	Mantenimiento preventivo	8		6.74%
4 - Grado de disponibilidad de equipos			22	
a)	Sistema de registro e información histórica de mantenimiento y operación de equipos	12		
b)	Análisis y utilización de los datos de información y registros históricos	10		5.70%
5 - Conocimiento de los costos de mantenimiento.			20	
a)	Registro, análisis y utilización de los costos históricos de mantenimiento	13		
b)	Análisis de los costos presentes en mantenimiento	7		5.18%
6 - Métodos y preparación de las tareas de mantenimiento			66	
a)	Nivel de preparación de los trabajos de mantenimiento para el área de producción	12		
b)	Registro histórico de intervenciones y demandas de trabajos de mantenimiento	7		
c)	Análisis del sistema actual de planeación y preparación de tareas de mantenimiento	10		
d)	Planeación de los trabajos de mejoras y rediseños de equipos	7		
e)	Mantenimiento planeado, su planeación y preparación	9		
f)	Planeación y consecución de repuestos y piezas de recambio	10		
g)	Manejo de la documentación e información técnica	11		17.10%
7 - Planeación de las actividades de mantenimiento			23	
a)	Programación de las tareas de mantenimiento	13		
b)	Cronograma y ejecución de todas las actividades de mantenimiento	10		5.96%
8 - Manejo y gestión de inventarios.			56	
a)	Manejo en general de inventarios de repuestos e insumos de mantenimiento.	7		
b)	Sistema de información, registro, entradas, salidas, pedidos, stocks, etc. de los repuestos en inventario	10		
c)	Listado de repuestos	18		
d)	Gestión y manejo de repuestos	12		
e)	Compras, pedidos, proveedores, reposición de inventarios, etc. de los repuestos	9		14.51%
9 - Actividades y roles de los miembros del equipo de mantenimiento			29	
a)	En cuanto a mantenimiento	21		
b)	En relación a la seguridad	8		7.51%
10 - Manejo de Recursos Humanos en mantenimiento			34	
a)	Indicadores, tasas y rendimientos de la mano de obra física e intelectual	10		
b)	Gestión del recurso humano en mantenimiento y su mano de obra y utilización	9		
c)	Proporción de mano de obra preventiva, predictiva y correctiva en mantenimiento	4		
d)	Aspectos de productividad y motivación del personal de mantenimiento	11		8.81%
11 - Gestión y manejo de recursos físicos y materiales en mantenimiento			27	
a)	Documentación técnica	10		
b)	Utensilios, equipos y herramientas de mantenimiento	11		
c)	Infraestructura	6		6.99%
12 - Capacitación y entrenamiento en mantenimiento			18	
a)	Importancia del entrenamiento y de la capacitación en mantenimiento	18		4.66%

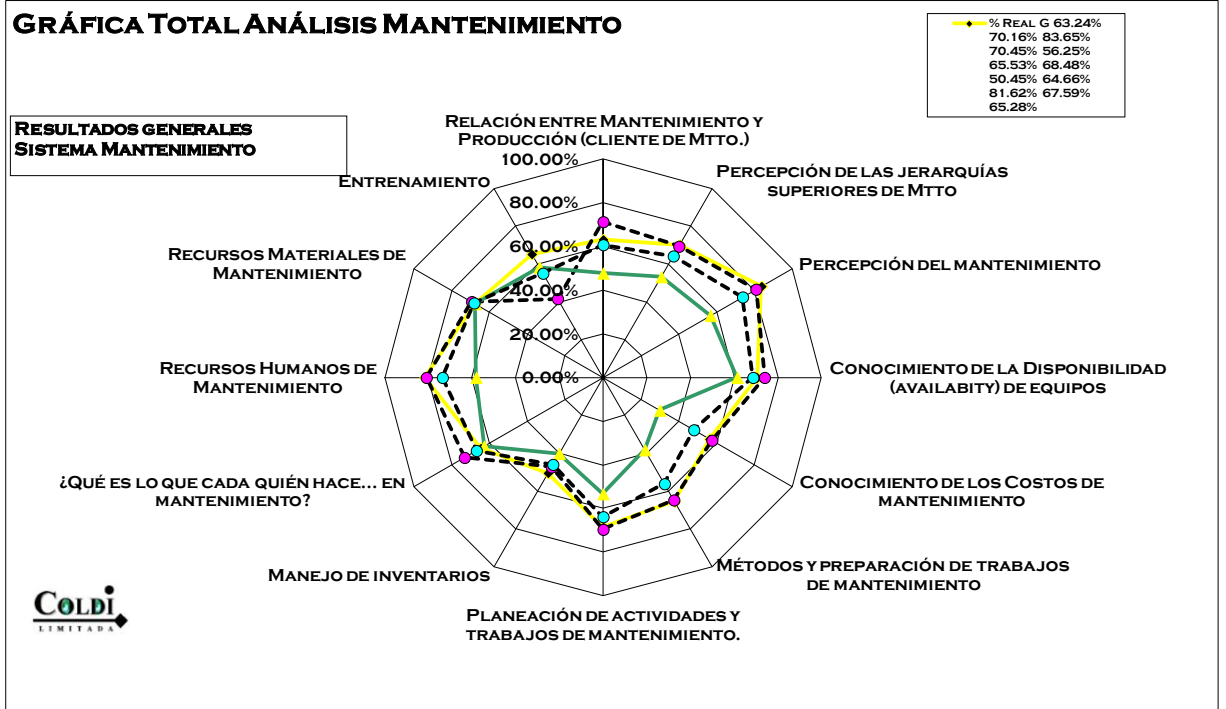
Fuente: MORA Gutierrez , Alberto. Mantenimineto industrial efectivo. Medellín: Coldi, 2009. 9789589890202.

Al procesar los resultados en el programa se obtiene los resultados en valores reales y actividades por mejorar en los grupos (mantenimiento, operación y

gerentes), al igual que los totales por área; además de obtener los resultados en gráficas.

Gráfica 4. Resultados de Flash Audit.

No.	Concepto	Gerentes		Mantenimiento		Producción	
		% Real G	br mejorar	% Real M	br mejorar	% Real P	br mejorar
1	Relación entre Mantenimiento y Producción (cliente de Mtto)	63.24%	36.76%	71.32%	28.68%	47.79%	52.21%
2	Percepción de las jerarquías superiores de Mtto	70.16%	29.84%	69.35%	30.65%	53.23%	46.77%
3	Percepción del mantenimiento	83.65%	16.35%	80.77%	19.23%	56.73%	43.27%
4	Conocimiento de la Disponibilidad (availability) de equipos	70.45%	29.55%	73.86%	26.14%	61.36%	38.64%
5	Conocimiento de los Costos de mantenimiento	56.25%	43.75%	57.50%	42.50%	30.00%	70.00%
6	Métodos y preparación de trabajos de mantenimiento	65.53%	34.47%	64.77%	35.23%	38.26%	61.74%
7	Planeación de actividades y trabajos de mantenimiento.	68.48%	31.52%	69.57%	30.43%	53.26%	46.74%
8	Manejo de inventarios	50.45%	49.55%	47.32%	52.68%	40.18%	59.82%
9	¿Qué es lo que cada quién hace... en mantenimiento?	64.66%	35.34%	73.28%	26.72%	62.93%	37.07%
10	Recursos Humanos de Mantenimiento	81.62%	18.38%	80.88%	19.12%	58.09%	41.91%
11	Recursos Materiales de Mantenimiento	67.59%	32.41%	69.44%	30.56%	67.59%	32.41%
12	Entrenamiento	65.28%	34.72%	41.67%	58.33%	58.33%	41.67%



Fuente: Coldi.

Los resultados de Flash Audit como se muestran en la figura anterior consiste en tomar las áreas más críticas. El tópico más ineficiente es el 3 y el 1 el más óptimo, con respecto a esto se toman los temas con menor evaluación para implementar los planes de mejoramiento (Mora, 2009).

2.3 NIVEL OPERACIONAL

El nivel operacional plantea las posibles acciones que pueden realizarse en mantenimiento, comprende básicamente tareas de mantenimiento antes y después de la falla real o potencial.

Gráfica 5. Clasificación real o mental de los niveles de mantenimiento.



Fuente: MORA Gutierrez , Alberto. Mantenimineto industrial efectivo. Medellín: Coldi, 2009. 9789589890202.

El segundo nivel de mantenimiento abarca las posibles acciones mentales que desarrolla el ser humano sobre las máquinas y equipos, es necesario saber el tipo de tarea que se realiza, es decir, si es planeada, reparación, correctiva, modificativa, preventiva, predictiva; únicamente el hombre tiene la capacidad de diferenciar una tarea de otra. El nivel operacional es de orden mental, esto lo diferencia de los niveles uno y tres donde sus aplicaciones son de orden real, además las tácticas utilizadas lo diferencian del nivel cuatro, donde las situaciones que se manejan son indicadores y cifras de orden mental (Mora, 2007a).

Mantenimiento es una tarea planeada que se realiza antes de que ocurra la avería, estas tareas pueden ser preventivas y predictivas; la reparación se realiza una vez ocurrida la falla, es decir, es una tarea no planeada de mantenimiento, las hay de dos tipos: modificativas y correctivas (Moubray, 2004).

El mantenimiento correctivo consiste en la ágil reparación de la falla, la reparación es rápida y sencilla, así como su control y puesta en marcha, el inconveniente de este tipo de acción es que se da cuenta de la falla cuando el equipo está en servicio o pierde su funcionalidad, sea cuando se pone en marcha o durante su uso, además como los operadores de las maquinas no son expertos en fallas los altos niveles de ruido y anomalías pueden generar otras averías mayores.

La tarea no planeada o modificativa, sucede cuando en forma continua se aplican reparaciones que no surten efecto en la reparación del equipo, se realiza un rediseño al equipo para intentar eliminar las causas de falla.

Las acciones preventivas con base al conocimiento de las fallas y causa raíz. Se planea el tiempo en el que se debe hacer la reposición o reconstrucción del elemento antes de que entre en modo de falla por cuerpo o por función.

Las acciones predictivas permite diagnosticar el comportamiento futuro en tiempo real de la posible aparición de la falla o situaciones fuera de condiciones estándares.

2.3.1 Acciones correctivas. Las averías y paradas motivadas por las acciones correctivas, son difíciles de evitar en la industria con un mantenimiento preventivo eficaces. Para mejorar se necesita un buen equipo de profesionales de reparación y mejorar de máquina e instalaciones productivas.

El mantenimiento correctivo consta de la pronta reparación de la falla, las personas deben avisar de la avería, son los propios operarios de máquinas o equipos y corresponde al personal de mantenimiento las reparaciones de éste, exigiendo una buena y rápida reparación, así como su control y puesta en marcha.

El inconveniente que presenta este tipo de mantenimiento es que el usuario detecta la falla cuando el equipo está en servicio, teniendo en cuenta que los operarios encargados de utilizar los equipos no son expertos en la falla.

Existen dos tipos de tareas planeadas en las acciones correctivas, el desvare que consiste en aplicar una reparación inmediata al equipo para devolverlo a la condición de trabajo, no necesariamente a las condiciones estándares y la reparación correcta y definitiva, donde de alguna manera se tiene experiencias previstas similares y se conoce la causa raíz de la falla, esta reparación devuelve la máquina a sus condiciones estándares (Mora, 2009).

2.3.1.1. Mantenimiento correctivo por sustitución de elementos. Consiste en un mantenimiento correctivo aplicado a una máquina o equipo de producción, en el cual las intervenciones de reparación se basan fundamentalmente en el desmontaje de piezas o conjuntos y sus sustituciones por recambios ya preparados o estándar.

Se caracteriza por su simplicidad y rapidez en la propia intervención.

- Rapidez en la respuesta al fallo.
- Bajo coste en la mano de obra aplicada en la reparación.
- Costes elevados en material y recambios empleados.

Un buen y eficaz mantenimiento correctivo por sustitución de elementos, exige un apoyo bien estructurado y tecnicado, puesto que debe facilitar un conjunto de acciones con unas inter-relaciones muy importantes (Rey, 1996).

2.3.1.2. Reparaciones. Consiste en un mantenimiento correctivo a una maquina o equipo productivo, en el cual las acciones incluyen todo tipo de operaciones de reparación, como son desmontajes-sustitución de piezas-ajustes-reconstrucción de componentes.

Se caracteriza por la complejidad de las intervenciones y los tiempos empleados en las mismas.

- Difícil planificación del tiempo de intervención.
- Elevado coste de la mano de obra empleada.
- Costes bajos en material y recambios empleados.

Este tipo de reparación implica una incidencia fuerte en el proceso productivo, por lo que es importante su planificación. El apoyo de los talleres auxiliares puede ser muy importante en la reparación, especialmente para disminuir tiempos de respuesta en la intervención ante necesidades de ajuste o reconstrucción de piezas por falta de recambios. (Rey, 1996)

2.3.1.3. Factores del mantenimiento correctivo.

- Organización técnico-administrativa.
- Suministro de repuestos a través del almacén de recambios y el taller auxiliar.
- Herramientas y útiles para efectuar los trabajos.
- Formación y calidad del personal profesional para la detención de averías.

2.3.2 Mantenimiento predictivo. El mantenimiento predictivo o condicional es una metodología que tiene como fin asegurar el correcto funcionamiento de las máquinas críticas a través de la inspección del estado del equipo por vigilancia continua de los niveles o umbrales correspondientes a los parámetros indicados

de su condición, y que se realizan son necesidad de recurrir a desmontajes y revisiones periódicas.

Esta metodología permite seguir con notable precisión el estado de la máquina así como la evolución de los síntomas de la falla, con la posibilidad de conocer el momento en que se va a producir la avería, a fin de evitarla con una intervención programada, alargando la vida útil de las piezas y conjuntos, con el fin de abaratar los costos de mantenimiento.

El grado de incidencia económica de las máquinas en el proceso productivo como consecuencia de los costos debidos a paradas o interrupciones por disfuncionamientos y las propias reparaciones de averías, son los parámetros o factores que deberían condicionar el nivel de ejecución e instrumentación técnica del plan de mantenimiento predictivo y en base a este criterio económico, definir las necesidades de recursos humanos y técnicos para cubrir los objetivos previstos, siendo estas disponibilidades humanas y técnicas las que condicionan el nivel de ejecución del predictivo.

El mantenimiento predictivo presupone la monitorización de la instalación máquina o equipo controlado, la instalación de sensores para la captación de una señal premonitoria (vibración, ruido, temperatura, presión, análisis de partículas lubricantes, etc.). La señal captada debe ser posteriormente analizada e interpretada para poder tomar decisiones, comparándola con las señales correspondientes a situaciones previamente conocidas de la marcha ideal del equipo. (Rey, 1996)

2.3.3 Acciones preventivas. El objeto es lograr a un mínimo costo, el mayor tiempo en servicio de las instalaciones y maquinaria productivas, con el fin de conseguir la máxima disponibilidad, aportando mayor productividad, calidad de producto y máxima seguridad de funcionamiento.

Los factores son el costo, el tiempo de servicio y la seguridad de funcionamiento, sabiendo que los tres son medibles y suficientes para optimizar el objeto antes definido, permitiendo efectuar su análisis para llegar a determinar nuevas acciones.

Las variables fundamentales de las que depende la productividad del mantenimiento son:

- Costo de mano de obra.
- Costo de piezas de recambio e innovación.
- Número de disfuncionamientos.

Se puede afirmar que los medios a emplear por mantenimiento para lograr su objetivo son tres.

- Un sistema de mantenimiento preventivo y de mejora.
- Una acertada gestión de recambios.
- Un empleo racional de la mano de obra en la fabricación y en mantenimiento.

Al tener un índice de productividad elevado, se tiene sobre el resto de factores bajos costos y disminución de stocks. Dicho efecto es mejorar la disponibilidad económica y calidad, así como disminuir los plazos de entrega, lo que supone, ser más competitivos, la posibilidad de invertir en mejoras, conseguir orden y disminuir superficies ocupadas, y lo más importante conseguir la satisfacción del cliente.

El mantenimiento preventivo comprende todas las acciones sobre revisiones, modificaciones y mejoras dirigidas a evitar averías y las consecuencias de estas en la producción. (Rey, 1996)

2.4 NIVEL TÁCTICO

El nivel tres de mantenimiento tiene en cuenta las diferentes formas de organización que pueden adoptar las empresas para manejar y operar el mantenimiento.

Las compañías utilizan la táctica para organizar la ejecución y administración del mantenimiento en una forma coherente, lógica y sistemática; la implementación de una táctica implica la existencia de normas que gobierna las formas de actuar, existen diferentes alternativas internacionales de tácticas, entre ellas: TPM¹, RCM², TPM & RCM combinados, PMO³, Proactiva, Reactiva, Clase Mundial, por Objetivos, etc., y en especial la propia táctica que cada organización construye a través del tiempo. Se resalta que ninguna táctica es buena, mala o mejor que otra, cada una es beneficiosa en la medida que sea la más adecuada para las

¹ TPM – Total Productive Maintenance

² RCM – Reliability Centered Maintenance.

³ PMO – Planned Maintenance Optimización.

circunstancias y el tiempo que viva la empresa donde se implementa (Smith, 1998).

Una empresa alcanza el nivel táctico si logra con suficiencia el manejo de una gran parte de los instrumentos básicos, genéricos, específicos y avanzados de mantenimiento y tener claro las principales falencias para aplicar en ellas tácticas de mejoramiento (Mora, 2009).

La selección de una táctica se hace en base a las necesidades de cada empresa, lo importante es que la táctica seleccionada sea a fin a los dos primeros niveles del mantenimiento y que la táctica siga un lineamiento estratégico de cuarto nivel.

2.4.1 TPM (Mantenimiento Productivo Total). Conjunto de disposiciones técnicas-medios y actuaciones que permiten garantizar que las maquinas-instalaciones y organización que conforman un proceso básico o línea de producción, pueden desarrollar el trabajo que tienen previsto en un plan de producción en constante evolución por la aplicación de la mejora continua.

El TPM asume el reto de cero fallos, cero incidencias y cero defectos para mejorar la eficiencia de un proceso, permitiendo reducir costos y stocks intermedios y finales, con lo que la productividad mejora.

La acción principal del TPM es cuidar y explotar los sistemas y procesos básicos productivos, manteniéndolos en su estado de referencia y aplicando sobre ellos la mejora continua.

Estado de referencia es aquel en que el equipo de producción puede proporcionar su mayor rendimiento en función de su concepción y de la situación actual cara a la evolución del producto a elaborar o transformar, para asegurar el mantenimiento del estado de referencia se trata de vigilar, con un buen mantenimiento preventivo total, la situación de referencia de los equipos productivos en cuanto (Rey, 1996).

- Tiempo de ciclo
- Parámetros del proceso
- Parámetros de engrase
- Parámetros de reglaje de útiles herramientas calibres
- Parámetros eléctricos
- Parámetros de calidad

- Parámetros mecánicos
- Parámetros hidráulicos
- Etc.

Las empresas ponen en práctica el TPM invariablemente logran resultados sobresalientes, particularmente en la reducción de averías de los equipos, la minimización de los tiempos en vacío y pequeñas paradas; en la disminución de defectos, reclamaciones de calidad en la elevación de la productividad, reducción de los costes de personal, inventarios y accidentes, y en la producción donde se implican de los empleados.

Con el TPM una planta sucia, oxidada, cubierta de aceite y grasa con fugas de lubricantes y polvo, puede transformarse en un entorno de trabajado grato y seguro. Los clientes y otros visitantes quedan gratamente impresionados, por estos cambios aumenta su confianza en los productos y en la calidad de la gestión de la planta.

Las actividades realizadas por los trabajadores de la planta con el TPM empiezan a rendir resultados concretos, mejorando entorno de trabajo, minimizando las averías, mejorando la calidad , reduciendo los tiempos de cambio de útiles, etc. Los trabajos se motivan, aumenta su integración en el trabajo y proliferan las sugerencias de mejora. Las personas empiezan a pensar en el TPM como parte necesaria de su trabajo cotidiano (Suzuki, 2010).

El TPM aplica para toda la empresa desde el departamento productivo, administrativo y ventas. Es crear una organización corporativa que maximice la eficacia de los sistemas de producción. Gestionar la planta con una organización que evite todo tipo de pérdidas en la vida entera del sistema de producción, involucrando a todos los departamentos en la implementación del TPM, incluyendo desarrollo, ventas y administración, involucrado a todos desde la alta dirección a los operarios de la planta, en un mismo proyecto y orientando decididamente a las acciones hacia las cero pérdidas apoyándose en las actividades de los pequeños grupos.

El TPM es un mantenimiento de estándares y búsqueda permanente de mejora de los mismos, para los performances o comportamientos técnicos de un proceso a través de una implicación concreta, y una participación diaria de las funciones de la organización, en particular de todas las relacionadas con el proceso productivo.

El objeto principal del TPM es la mejora continua del rendimiento operacional de todos los procesos y sistemas de producción actual, dependiendo nivel de performances técnicos.

Conseguir el rendimiento operacional óptimo de los equipos de producción con la participación de todos, o lo que es lo mismo cuidar y explotar los equipos con un sentido de máxima disponibilidad de los mismos. Esto lo podemos conseguir con estas dos herramientas.

- Desarrollo del auto mantenimiento integrado en la fabricación para mantener los estándares o estados de referencia.
- Desarrollo de la mejora continua de los estándares por la aportación de ideas para mejorar el estado de referencia por la evolución de los aprendizajes

Mejora de la fiabilidad y disponibilidad de los equipos para eliminar fallos esporádicos o aleatorios y fallos crónicos, así como para asegurar la calidad de los productos y mejorar la productividad.

Tomar estadística a través de la experiencia adquirida en las actividades TPM que ayuden, tanto al utilizador como al responsable de adquirir nuevos equipos y a los constructores de los mismos mejorando diseños y haciendo puestas a punto más económicas desde el punto de vista del mantenimiento total.

Formar agentes técnicos y operadores de líneas de fabricación para que conozcan bien las instalaciones.

En un proyecto de calidad Total el TPM asume la mejora sobre los tres ejes básicos de la calidad total.

Calidad de producto: por mantener el estado de referencia y dominar los procesos.

Costos: por la organización puesta en marcha para la explotación y mantenimiento de los procesos.

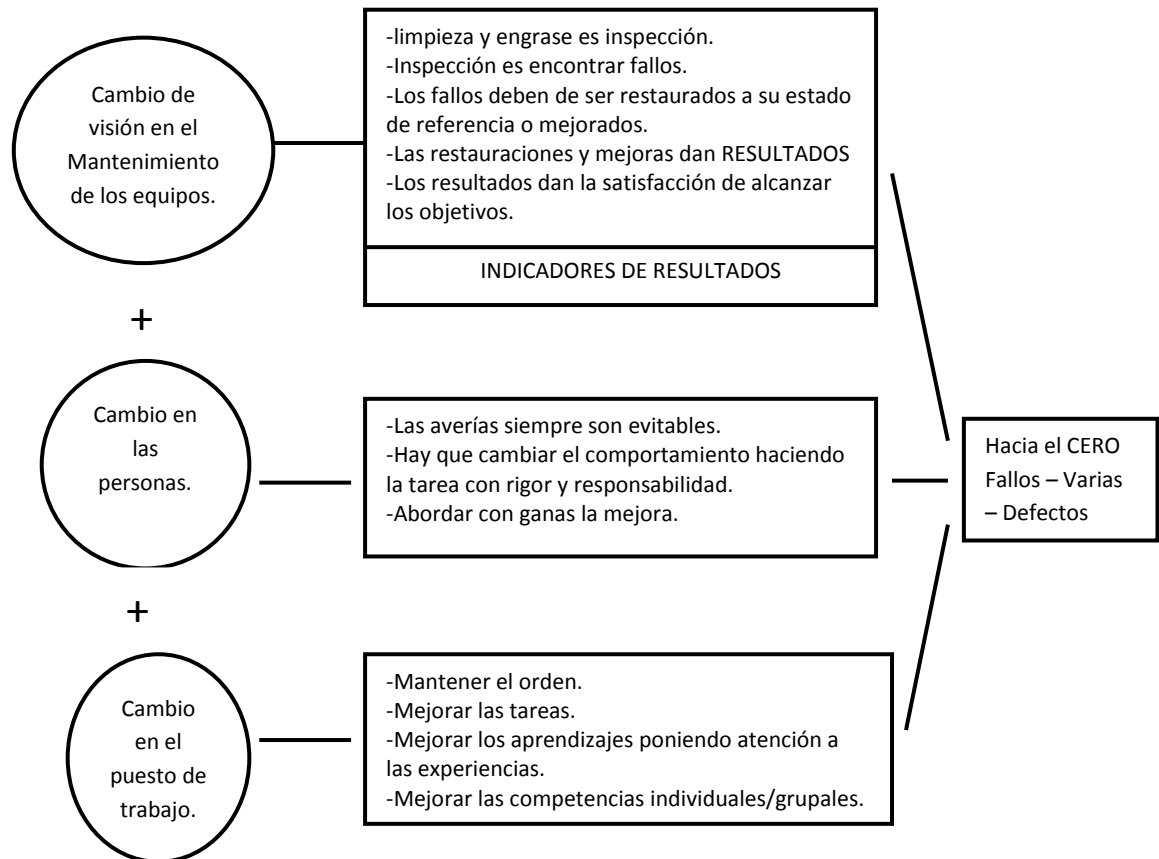
Plazos: por la disponibilidad del funcionamiento de las líneas en todos los aspectos, permitiendo fabricar en justo a tiempo y por tanto reducir plazos y stocks.

Satisfacción del cliente por la mejora en los tres ejes de calidad, costo y plazos.

Dominio de los sistemas de producción y de los procesos, manteniéndolos en su estado de referencia y mejorándolos.

Implicación de las personas a través del desarrollo del auto mantenimiento y de los aprendizajes.

Gráfica 6. Objetivos del TPM.



Fuente: REY SACRISTÁN, Francisco.. *Hacia la excelencia en Mantenimiento*. [ed.] S.L. Tgp Hoshin. Madrid: Tgp Hoshin, S.L., 1996. p. 411. ISBN 84-87022-21-9.

2.4.2 RCM (Mantenimiento centrado en fiabilidad). Se llama manteniendo centrado en la fiabilidad porque reconoce que el mantenimiento no puede hacer más que asegurarse que los elementos físicos continúan consiguiendo su capacidad incorporada o fiabilidad inherente.

La función determinada de cualquier equipo puede definirse de muchas formas dependiendo exactamente dónde y cómo se esté usando. Como resultado las

políticas de mantenimiento deberían comenzar con las funciones y estándares de funcionarios asociados a cada elemento en su contexto operacional presente.

RCM (*Reliability centred maintenance*) es un proceso que se usa para determinar los requerimientos del mantenimiento de los elementos físicos en su contexto operacional.

En definición es un proceso que se usa para determinar lo que debe hacerse para asegurar que un elemento físico continúa desempeñando las funciones deseadas en su contexto operacional presente (CARIBBEAN, y otros, 1998).

El RCM se centra en la organización y los elementos físicos que la componen. Antes de que se pueda explorar esta relación detalladamente, necesitamos saber qué tipo de elementos físicos existen en la empresa y decidir cuáles son las que deben estar sujetas al proceso de revisión del RCM.

Más adelante, RCM hace una serie de preguntas acerca de cada uno de los elementos seleccionados. Estas son:

- ¿Cuáles son las funciones?
- ¿De qué forma puede fallar?
- ¿Qué causa que falle?
- ¿Qué sucede cuando falla?
- ¿Qué ocurre si falla?
- ¿Qué se puede hacer para prevenir los fallos?
- ¿Qué sucede si no puede prevenirse el fallo?

El RCM comienza definiendo las funciones y los estándares de comportamiento funcional asociados a cada elemento de los equipos en su contexto operacional.

Cuando se establece el funcionamiento deseado de cada elemento, el RCM pone un gran énfasis en la necesidad de cuantificar los estándares de funcionamiento siempre que sea posible. Estos estándares de funcionamiento se extienden a la producción, a la calidad del producto, al servicio al cliente, al problema del medio ambiente, al costo operacional y de seguridad.

2.4.3 TPM Y RCM combinado. La combinación RCM y TPM tiene la ventaja de mejorar el proceso para facilitar el trabajo en equipo entre mantenimiento y las

funciones de producción, mejorar la fiabilidad de las maquinas y bajar los costos de operación. Ambas tácticas son excluyentes y complementarias, mientras el TPM mejora la productividad, el RCM aumenta la confiabilidad y competitividad. El TPM trata de restaurar el equipo a una condición parecida a la nueva. Las buenas prácticas de TPM ayudan a reducir al mínimo las fallas que ocurren en la etapa de mortalidad infantil, durante la instalación y puesta en marcha. Con la restauración del equipo y el cuidado básico por parte del operador; mientras el RCM erradica o controla las fallas (Mora, 2007a).

El TPM contribuye a la participación del operador en el mantenimiento del equipo. Sin embargo el operador necesita el trabajo de especialistas cuando el problema en la máquina implica tecnologías más avanzadas, estos especialistas usan los principios RCM para analizar los modos de fallas y sus efectos, además. Usan herramientas de monitoreo de condición como el análisis de vibraciones y otros instrumentos avanzados de mantenimiento que faciliten la identificación de la causa del problema.

El TPM procura mejorar la eficacia y la eficiencia del mantenimiento, al igual que el RCM, además el TPM usa el control y la prevención del mantenimiento, esto es inherente en RCM que se encarga de identificar y evitar los modos de falla. El TPM intensifica el uso del mantenimiento preventivo, el RCM lo complementa al utilizar intensamente el predictivo. El RCM ayuda a identificar como y cuando usar el mantenimiento preventivo o predictivo a través del análisis de los modos de falla.

La combinación de ambas modalidades de mantenimiento es una costumbre que se incrementa día a día en las empresas modernas, para mejorar y conservar los equipos y sus funciones. Con la combinación de ambas tácticas complementarias se logra evitar crisis en el proceso productivo, se minimiza los costos y se mejoran constantemente los procesos de planta. La relación clave entre TPM y RCM esta que los principios de la organización y confiabilidad se combinan para garantizar una excelente operación y gestión de mantenimiento(Mora, 2009).

2.4.4 Táctica PMO. (Planned Maintenance Optimization). El PMO aparece de implementar muy bien el RCM por su complejidad, el PMO es ideal para equipos o maquinas en funcionamiento. Es una metodología basada en el largo plazo y que trata el mantenimiento como un proceso y no como una función o división dentro de la compañía. Pretende en general mejorar la confiabilidad, la mantenibilidad y reducir las horas de trabajo necesarias para atender las necesidades de mantenimiento.

Lo fundamental del PMO es el buen manejo de la información, en los aspectos de la recolección, el manejo y la obtención en tiempo real; requiere de excelente información para determinar los análisis de fallas tanto a nivel de función, falla funcional, modos de falla, efectos y consecuencias de las mismas. Aparte de que trabaja a partir de varios sistemas de planeación y programación de tareas de mantenimiento, exige que toda la información sea sistematizada y centralizada en una sola plataforma de información, contenido todo los parámetros de personal, administración y demás datos pertinentes sobre el recurso humano y los equipos.

Las acciones en las que más se apoya el PMO son las de tipo planeado y exige el trabajo multidisciplinario en equipo para alcanzar sus objetivos. Estos, deben tener un estricto seguimiento, monitoreo y control, hasta su totalidad culminación e implementación (Mora, 2009).

La eficacia del PMO es fundamental en los sistemas de gestión y operación del mantenimiento, bajo un enfoque de proceso, lo cual garantiza que no haya dualidad de funciones en los departamentos, metas comunes, grupos poco efectivos de trabajo, demasiados roles y funciones en el personal de mantenimiento y producción.

Lo fundamental de PMO es el tratamiento y análisis estadístico de la información histórica y presente, en tiempo real, esto exige que la información se maneje de forma exquisita.

En general se puede considerar el PMO como opción serie e interesante frente a la complejidad del RCM dado que el PMO es más efectivo porque solo analiza fallas y modos de fallas relevantes, trabaja con equipos en funcionamiento y es mucho más fácil de implementar (Mora, 2007a).

2.5 NIVEL ESTRATÉGICO

Esta acción evalúa el grado de éxito alcanzado con la implementación de tácticas por lo cual comprende metodologías a desarrollar para alcanzar su logro, esto involucra el desarrollo de índices e indicadores de rendimiento que permitan comparar el rendimiento de la compañía respecto a otras, para alcanzar el objetivo

deseado y propuesto, se alcanza mediante LCC¹, el CMD², los costos y la Terotecnología (Barringer@, 2005).

El nivel cuatro de mantenimiento con base a los tres niveles anteriores permite medir el grado de éxito alcanzado, mediante índices de aceptación mundial y aplicación de metodologías de validez universal que permite valorar la gestión y operación de mantenimiento en una organización (Barlow, 1998).

La mayoría de las casas mundiales que tratan el mantenimiento como SAE, ORDEA, ALADON, AFNOR etc., aceptan tres indicadores básicos: confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad. Como las medidas más estandarizadas que permiten evaluar el grado de gestión y operación por parte de los elementos estructurales de mantenimiento.

La confiabilidad valora las acciones que ejecuta producción sobre el manejo y operación de los equipos, desde la fabricación de los mismos.

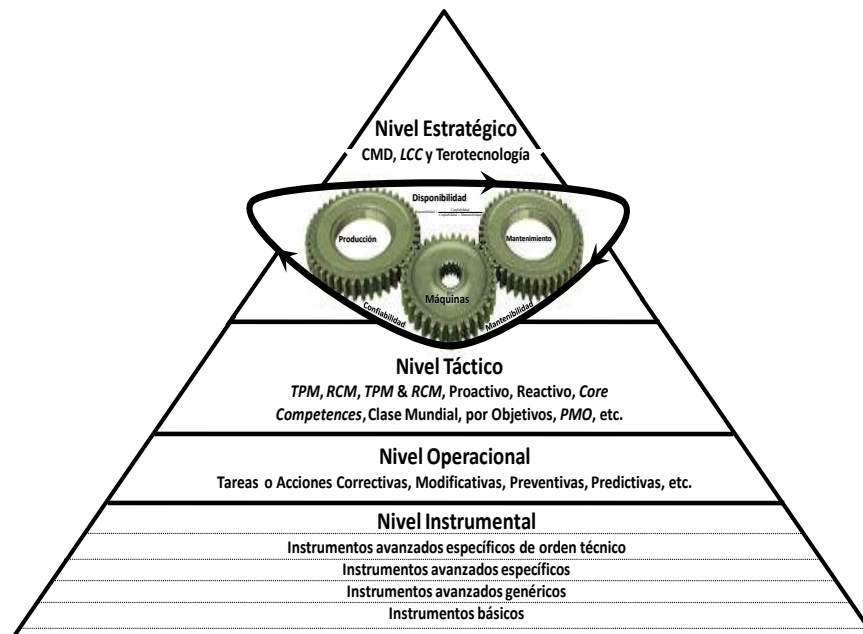
La mantenibilidad mide las actividades de reparaciones y tareas proactivas que realiza el área de mantenimiento sobre los equipos, las medidas son el volumen de reparación, los tiempos efectivos y demoras.

La disponibilidad es la relación que muestra la proporción de tiempo útil efectivo frente al tiempo total disponible (Mora, 2009).

Gráfica 7. Enfoque Sistémico Kantiano de Mantenimiento Estratégico

¹ LCC – *Life Cycle Cost*.

² CMD – *Confiabilidad, Mantenibilidad y Disponibilidad*.



Fuente: MORA Gutierrez , Alberto. Mantenimineto industrial efectivo. Medellin: Coldi, 2009. 9789589890202.

Para evaluar la gestión del mantenimiento es necesario conocer los siguientes parámetros.

2.5.1 Informes de gestión del mantenimiento. Para facilitar la evaluación de las actividades del mantenimiento, permitir tomar decisiones y establecer metas, deben ser creados informes concisos y específicos formados por tablas de índices, algunos de los cuales deben ir acompañados de sus respectivos gráficos, proyectados para un fácil análisis y adecuado a cada nivel de gestión.

Es importante que la implementación de programas que emitan informes sin sollicitación del usuario, solamente deban de ser realizados a partir del momento en que exista un Banco de datos razonable y consistente (Tavares, 2004).

2.5.2 Índices de clase mundial. Son llamados índices de clase mundial aquellos que son utilizados según la misma expresión en todos los países. De los seis índices clase mundial, cuatro son para análisis de gestión de equipos y dos a la gestión de costos.

Tiempo medio entre fallas – relación entre el producto del numero de ítems por sus tiempos de operación y el número total de fallas detectadas en esos ítems en el periodo observado.

Ecuación 1. Tiempo medio entre fallas.

$$TMEF = \frac{NOIT.HROF}{\Sigma NTMC}$$

Este ítem debe ser usado para ítems que son reparados después de la ocurrencia de una falla.

Tiempo Medio Para Reparación -Relación entre el tiempo total de intervención correctiva en un conjunto de ítems con falla y el número total de fallas detectadas en esos ítems, en el periodo observado.

Ecuación 2. Tiempo medio entre reparaciones.

$$TMPR = \frac{\Sigma HTMC}{NTMC}$$

Este índice debe ser usado, para ítems en los cuales el tiempo de reparación es significativo con relación al tiempo de operación.

Tiempo Medio Para la Falla -Relación entre el tiempo total de operación de un conjunto de ítems no reparables y el número total de fallas detectadas en esos ítems, en el periodo observado.

Ecuación 3. Tiempo medio para la falla.

$$TMPF = \frac{\Sigma HROP}{NTMC}$$

Este índice debe ser usado para ítems que son sustituidos después de la ocurrencia de una falla.

Disponibilidad de Equipos -Relación entre la diferencia del número de horas del periodo considerado (horas calendario) con el número de horas de intervención por el personal de mantenimiento (mantenimiento preventivo por tiempo o por estado, mantenimiento correctivo y otros servicios) para cada ítem observado y el número total de horas del periodo considerado.

Ecuación 4. Disponibilidad de equipos.

$$DISP = \frac{\Sigma(HCAL - HTMN)}{\Sigma HCAL} \times 100$$

La disponibilidad de un ítem representa el porcentaje del tiempo en que quedó a disponibilidad del órgano de operación para desempeñar su actividad (Tavares, 2004).

Costo de Mantenimiento por Facturación -Relación entre el costo total de mantenimiento y la facturación de la empresa en el periodo considerado.

Ecuación 5. Costo de mantenimiento por facturación.

$$CMFT = \frac{CTMN}{FTEP} \times 100$$

Este índice es de fácil cálculo ya que los valores, tanto del numerador como los del denominador, son normalmente procesados por el órgano de contabilidad de la empresa.

Costo de Mantenimiento por el Valor de Reposición -Relación entre el costo total acumulado en el mantenimiento de un determinado equipo y el valor de compra de ese mismo equipo nuevo.

Ecuación 6. Costo de mantenimiento por valor de reposición.

$$CMRP = \frac{CTMN}{VLRP} \times 100$$

Este índice debe ser calculado para los ítems más importantes de la empresa (que afectan la facturación, la calidad de los productos o servicios, la seguridad o al medio ambiente), es personalizado para el ítem y utiliza valores acumulados, lo que torna su procesamiento más demorado que los demás, no justificando de esta forma ser utilizado para ítems secundarios.

2.5.3 Gestión de equipos. Criterios de intervención y del proceso de gestión.

Tiempo medio Entre Mantenimientos Preventivos -Relación entre el producto del número de ítems por sus tiempos de operación, con relación al número total de intervenciones preventivas, en el periodo observado.

Ecuación 7. Tiempo medio entre mantenimientos preventivos.

$$TPEP = \frac{NOIT \times HROP}{\Sigma NTPM}$$

Tiempo medio para Intervenciones Preventivas -Relación entre el tiempo total de intervención preventiva en un conjunto de ítems, y el número total de intervenciones preventivas en esos ítems, en el periodo observado.

Ecuación 8. Tiempo medio para intervenciones preventivas.

$$TPEP = \frac{NOIT \times HROP}{\Sigma NTPM}$$

Tasa de Falla Observada -Relación entre el número total de ítems con falla, y el tiempo total acumulado durante el cual este conjunto fue observado.

Ecuación 9. Tasa de falla observada.

$$TPEP = \frac{NOIT \times HROP}{\Sigma NTPM}$$

Este índice, debe estar asociado a: intervalos de tiempo, condiciones particulares y especificadas y; el tiempo total acumulado, deberá ser la suma de todos los intervalos de tiempo, durante los cuales cada ítem, de manera individual, quedó sujeto a las condiciones específicas de funcionamiento (Tavares, 2004).

Tasa de Reparación -Relación entre el número total de ítems con falla, y el tiempo total de intervenciones correctivas en esos ítems, en el periodo observado.

Ecuación 10. Tasa de reparación.

$$TXRP = \frac{NTMC}{\Sigma HRMC}$$

No conformidad de mantenimientos -Relación entre el total de mantenimientos previstos menos el total de mantenimientos ejecutados en un periodo considerado y el total de mantenimientos previstos en ese periodo.

Ecuación 11. No conformidad de mantenimientos.

$$NCFM = \frac{NMPR - NMEX}{NMPR} \times 100$$

Sobrecarga de servicios de mantenimiento -Relación entre la diferencia de las horas de servicios ejecutados y previstos, para un determinado periodo (día, semana o mes) y las horas de servicios previstos para ese periodo.

Ecuación 12. Sobrecarga de servicios de mantenimiento.

$$SCSM = \frac{\Sigma HMEX - \Sigma HMPR}{\Sigma HMPR} \times 100$$

Este índice es calculado, cuando el número de horas de servicios ejecutados sea superior al número de horas previstas para el periodo considerado.

Alivio de servicios de mantenimiento -Relación entre la diferencia de las horas de servicios previstos y ejecutados, para un determinado periodo (día, semana o mes) y las horas de servicios previstos para ese periodo.

Ecuación 13. Alivio de servicios de mantenimiento.

$$SCSM = \frac{\Sigma HMPR - \Sigma HMEX}{\Sigma HMPR} \times 100$$

La utilización de algunos de los índices presentados permitirá visualizar, para los ítems controlados, cuales son los que necesitan mayor atención del órgano de ejecución del mantenimiento y, no obstante, se recomienda que la recolección y el cálculo se limiten a periodos mensuales, el análisis deberá ser realizado para periodos mayores (anual o semestral), donde se tendrán mayor cantidad de datos para poder pronosticar el comportamiento de esos equipos (Tavares, 2004).

2.5.4 Informe historial de los equipos. El sistema de gestión, debe posibilitar consultas eventuales del historial de ítems específicos, cuya necesidad puede ser detectada a través del: análisis del informe de disponibilidad, el TMEF, de las —no conformidades”, cualquiera de los índices de gestión de equipos o de gestión de costos o, finalmente, por un hecho aleatorio que despierta la atención del usuario por el ítem.

Su aplicación es válida, cuando el usuario ya tiene idea de lo que desea consultar y necesita informaciones rápidas y objetivas, siendo esta la razón para que sea recomendable su empleo en sistemas que trabajan en tiempo real. Sin embargo, de la misma manera en los sistemas manual o automatizado procesados bajo forma de "batch", representa una eficaz herramienta decisiva en el proceso de gestión, y en el auxilio a las tareas de rutina de los ejecutantes del mantenimiento en todos los niveles (Tavares, 2004).

2.5.5 Gestión de Costos. Conceptualmente, los índices de gestión financiera deberían abarcar 5 tópicos, cada uno conformado por tres subcomponentes, como es indicado a continuación:

Tabla 4. Gestión de costos.

Columna1	Columna2	Columna3
Personal	Directos	Salarios y comisiones
	Indirectos	Recargos sociales y beneficios (transporte, alimentación, seguro médico, seguro odontológico, habitación, recreación, deportes, auxilio de capacitación, etc)
	Administrativos	Rateo de los gastos de las áreas de recursos humanos y capacitación en función de la cantidad de empleados del órgano de mantenimiento.
Material	Directos	Costo de reposición material
	Indirectos	Capital inmovilizado, costo de energía eléctrica, afimaceneaje (instalaciones), agua y personal del depósito.
	Administrativos	Rateo de los gastos de las áreas de compras y administración de material, en función del tiempo de ocupación del personal para la atención al área de mantenimiento)
Contratación	Directos	Costos de los contratos (permanentes y eventuales)
	Indirectos	Servicios y recursos utilizados por terceros y costeados por la empresa (transporte, alimentación, instalaciones, etc)
	Administrativos	Rateo de los gastos de las áreas de administración de contratos, financiera y contable, en función de la implicación con los contratos del área de mantenimiento.
Depreciación	Directos	Costo de reposición
	Indirectos	Capital inmovilizado
	Administrativos	Rateo de los gstos de las áreas de contabilidad, control de patrimonio y compra en el levantamiento, acompañamiento y adquisición de máquinas y herramientas para el área de mantenimiento.
Perdida de Facturación	Directos	Pérdida de producción
	Indirectos	Pérdida de materia prima, pérdida de calidad, devolución, re-procesos
	Administrativos	Rateo de los gastos de las áreas de control de calidad, ventas, marketing y jurídica en función de la implicación debida a mantenimiento.

Fuente TAVARES, Lourival. *Administración moderna de mantenimiento*. Brasil: s.n., 2004.

Los índices más utilizados por las empresas de proceso y servicio:

Componente del Costo de Mantenimiento -Relación entre el costo total del mantenimiento y el costo total de la producción.

Ecuación 14. Componente del costo de mantenimiento.

$$CCMN = \frac{CTMN}{CTPR} \times 100$$

El costo total de la producción incluye: los gastos directos e indirectos de ambos órganos (operación y mantenimiento), incluso la respectiva facturación cesante.

Progreso en los Esfuerzos de Reducción de Costos -Relación entre el índice de mano de obra —trabajo en mantenimiento programado” y el índice de costo (clase mundial): —costo de mantenimiento por facturación”.

Ecuación 15. Progreso en los esfuerzos de reducción de costos.

$$PERC = \frac{BMP}{CMFT}$$

Este coeficiente indica la influencia de la mejora o deterioro de las actividades de mantenimiento bajo control, con relación al costo de mantenimiento por facturación.

Costo relativo con personal propio -Relación entre los gastos con personal propio y el costo total del área de mantenimiento en el periodo considerado.

Ecuación 16: Costo relativo con personal propio.

$$CRPP = \frac{\Sigma CMOP}{CTMN} \times 100$$

Costo relativo con material - Relación entre los gastos con material y el costo total del área de mantenimiento en el periodo considerado

Ecuación 17: Costo relativo con material.

$$CRMT = \frac{\Sigma CMAT}{CTMN} \times 100$$

Una vez elegidos, los índices deberán ser estandarizados para todas las áreas de mantenimiento, para que sean calculados periódicamente y presentados en forma de tablas y gráficos comparativos, con el objetivo de motivar el análisis y las sugerencias respecto a las distorsiones.

Para facilitar el análisis, podrán ser determinados los valores promedios de los índices elegidos y establecidos los desvíos estándares, de forma que se obtengan intervalos aceptables de variación de cada uno (Tavares, 2004).

2.5.6 Gestión de mano de obra. Todos los mecanismos de control de mano de obra, deben ser orientados en el sentido de obtener mayor aprovechamiento de los recursos humanos disponibles como un todo, como también propiciar al personal mayor seguridad y satisfacción en el desempeño de sus atribuciones. El establecimiento de informes individuales, o sea, informes que particularizan a las personas que trabajan, en la ejecución de las actividades bajo la responsabilidad del órgano de mantenimiento, pueden producir reacciones, rechazos e indisciplinas.

Como en los índices de gestión de equipos y de gestión de costos, los resultados producidos deben ser sucintos y objetivos, para facilitar el análisis que nunca debe ser omitido y la implantación de providencias, que deben siempre ser dirigidas, para obtener el mejor desempeño de los equipos y evitar actitudes negativas.

Como recomendación para la implantación de los métodos y procesos de recolección de datos de mano de obra, se sugiere la implantación de un plan de estímulos. De esta forma, quedará claro para los ejecutantes del mantenimiento, que los datos obtenidos tienen la finalidad de premiar en vez de castigar.

Trabajo en Mantenimiento Programado - Relación entre los hombres-hora gastados en mantenimientos programados y los hombres-hora disponibles, entendiéndose por "hombres-hora disponibles", a aquellos ejecutantes del mantenimiento, que se encuentren presentes en la instalación y físicamente posibilitados, a desempeñar los trabajos requeridos.

Ecuación 18. Trabajos en mantenimientos programados.

$$TBMP = \frac{\Sigma HHMP}{\Sigma HHDP} \times 100$$

Este índice puede ser subdividido en dos: Trabajo en Mantenimiento Preventivo por tiempo y Trabajo en Mantenimiento Preventivo por Estado.

Cuanto mayor sea este índice, mejor, dado que los valores de mantenimiento correctivo disminuyen.

Trabajo en Mantenimiento Correctivo -Relación entre los hombres -hora gastada en mantenimiento correctivo (reparación de fallas) y los hombres-hora disponibles.

Ecuación 19. Trabajo en mantenimiento correctivo.

$$TBMC = \frac{\Sigma HHMC}{\Sigma HHDP} \times 100$$

Otras Actividades del Personal de Mantenimiento -Relación entre los hombres-hora gastados, en actividades no ligadas al mantenimiento de los equipos pertenecientes a la Unidad de Producción y los hombres-hora disponibles.

Ecuación 20. Otras actividades del personal de mantenimiento.

$$OAPM = \frac{\Sigma HHSA}{\Sigma HHDP} \times 100$$

Como sugerencias para el análisis de los informes de índices están:

- El informe no debe presentar conclusiones especulativas. Las variaciones para mejor o peor, deben ser encaradas como síntomas que, discutidos en conjunto entre los órganos de control y ejecución, podrán indicar la necesidad de alterar los métodos de trabajo.
- Antes de emitir comentarios sobre los resultados del análisis de los índices, el órgano de control, debe estar seguro de que los datos que les dieron origen son confiables.
- Para facilitar la composición del informe, algunos índices deben ser analizados en conjunto y de forma comparativa, como es el caso, de aquellos relativos a la aplicación de mano de obra en actividades programadas y reparos correctivos, para verificar si el aumento de uno (índice de preventivos) acarrea la reducción del otro (índice de correctivos).

A partir del análisis, los gerentes buscarán evaluar las causas y tomar acciones correctivas necesarias para reducir, al máximo posible, las evaluaciones consideradas no aceptables para la excelencia de la calidad del mantenimiento (Tavares, 2004).

2.5.7 Control dinámico de grandes reparaciones. En grandes reparaciones, los supervisores de mantenimiento y operación, trabajan juntos para programar, de manera que se reduzca al máximo el periodo de indisponibilidad del sistema operacional. Es común que esa actividad afecte otras áreas de la empresa, que también son involucradas en la planificación, además de la contratación de terceros, y eventualmente se solicita la participación de los representantes del fabricante y de empresas que participaron del montaje, con el objetivo de acelerar los servicios. En algunos casos la parada de un sistema operacional o equipo acarrea riesgos de accidentes, habiendo intervención del órgano de seguridad industrial y no es raro, que este tipo de parada, si no es ejecutado bajo controles rígidos, comprometa la productividad de la empresa.

Las tentativas de programación y acompañamiento de este tipo de actividad, a través del proceso manual, generalmente no tienen éxito, debido a la complejidad de la red de tareas y recursos involucrados, cantidad de datos a ser procesados, y posibilidad de ocurrencias aleatorias, durante los trabajos que pueden alterar algunos de los objetivos establecidos previamente.

La implantación del Control Dinámico de Grandes Reparaciones, necesitará de uno o más elementos para el acompañamiento y control. Estos elementos, que deben tener base técnica, tanto de las tareas a ser ejecutadas como de los mecanismos de control, deberán dar cobertura a toda la reparación, instalándose

de preferencia en el local del reparo antes del inicio, para así, coleccionar y analizar todos los datos de las actividades, transferir dichos datos para el procesamiento, obtener y distribuir informes y, si es necesario, efectuar registros por lo que concierne a deficiencias presentadas por el programa (Tavares, 2004).

2.5.8 Introducción al mantenimiento predictivo. Se entiende por Control Predictivo de Mantenimiento, la determinación del punto óptimo para la ejecución del mantenimiento preventivo en un equipo, o sea, el punto a partir del cual la probabilidad que el equipo falle, asume valores indeseables.

La determinación de ese punto trae como resultado, índices ideales de prevención de fallas, tanto en el aspecto técnico como en el económico, ya que, la intervención en el equipo, no es efectuada durante el periodo en que aún está en condiciones de prestar servicio, ni en el periodo en que sus características operativas están comprometidas.

Ese tipo de mantenimiento empieza en las fases de especificación, proyecto, fabricación e instalación logrando:

- La minimización de los costos de mantenimiento preventivo y correctivo;
- La maximización de la eficiencia del mantenimiento.

2.6 ASPECTOS GENERALES DE MOVITIERRA CONSTRUCCIONES S.A.

Movitierra Construcciones S.A es una empresa que realiza obras tales como vías, obras de urbanismo, construcción de acueductos y alcantarillados y movimientos de tierra; la empresa está ubicada en la ciudad de Pereira departamento de Risaralda. Manejan maquinaria pesada para poder llevar a cabo sus obras.

La compañía tiene un departamento de mantenimiento compuesto por un ingeniero mecánico y un grupo de mecánicos, además cuenta con un almacén de repuestos, para realizarle el mantenimiento a la maquinaria utilizada.

Las principales máquinas que tienen son retroexcavadoras, buldóceres, cargadores, compactadores, motoniveladoras, canguros, excavadora orugas, entre otros.

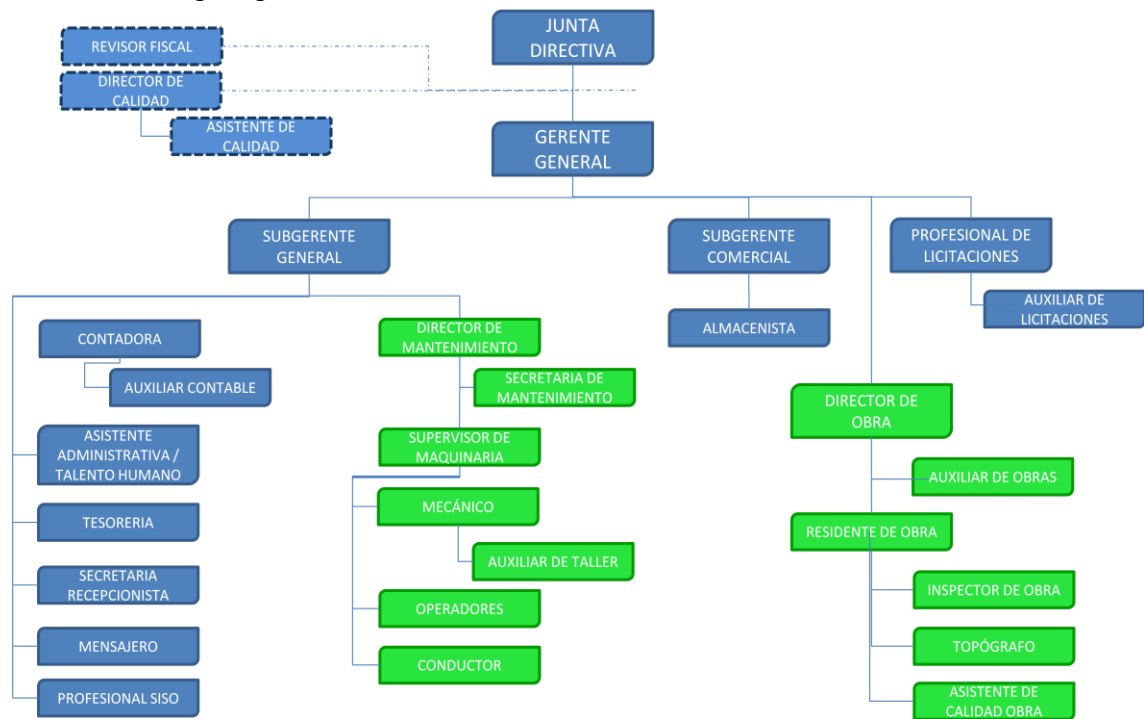
La empresa Movitierra Construcciones S.A. involucra un proceso productivo que necesita del mantenimiento para conservar en buen estado sus instalaciones,

maquinaria y herramientas, con el objetivo de aumentar la vida útil de sus equipos a un bajo costo.

El mantenimiento y la reparación son esenciales para el análisis en la empresa, donde la función del mantenimiento depende del ciclo de vida de las maquinas en sus tres períodos que son: mantenimiento, reparación o sustitución (Ávila, 1992).

La empresa está constituida principalmente por gerente general, encargado de la compañía, quien da las órdenes y aprueba o no los gastos en cualquiera de las áreas. Consta de un director de obras, que es el encargado del progreso de las obras y la realización de nuevas licitaciones para la compañía. Un director administrativo y financiero, que se encargan de la parte contable, legal, recursos humanos, etc. y un director de mantenimiento que administra todas las máquinas de la compañía.

Gráfica 8. Organigrama.



Fuente: Movitierra Construcciones S.A.

El organigrama de Movitierra Construcciones S.A. tiene un esquema piramidal y en el que uno de sus segmentos es el de área de mantenimiento. Esta última, dirigida por un director de mantenimiento el cual depende del Subgerente General

y un nivel más arriba, del Gerente general, lo que permite una ágil comunicación para la toma de decisiones, solicitudes y respuesta a mejoras.

El comité de desempeño de la empresa interviene el área de mantenimiento, en cabeza de su director y los demás subgerentes y gerente general. Estos son programados cada 20 días y cubren temas de costos, indicadores de desempeño, opciones de adquisición de recursos y de mejora de instalaciones, opciones de compra o venta de maquinaria, reporte del área de siso¹, y el cumplimiento de las metas anuales establecidas y aprobadas por la gerencia y la junta directiva.

¹ Siso: Seguridad industrial y seguridad ocupacional.

2.7 CONCLUSIONES DE CAPITULO.

- Se presentan los principales fundamentos del mantenimiento a nivel instrumental, operacional, táctico y estratégico. Con sus principales objetivos y filosofías, como 5S para mejorar el ambiente de trabajo, además de tener en cuenta las acciones correctivas, predictivas y preventivas, planteando acciones que pueden realizarse en mantenimiento, se tiene en cuenta las diferentes tácticas para organizar la ejecución y administración del mantenimiento de forma efectiva y por último se plantea tácticas para evaluar el éxito alcanzado por la implementación de éstas, por medio de índices e indicadores.
- Se realiza un conocimiento general de la empresa Movitierra Construcciones S.A. con base en la historia, las funciones, las fuentes de trabajo y la conformación del departamento de mantenimiento como de la empresa en general, para generar un conocimiento amplio y suficiente.

3. REVISAR EL ESTADO ACTUAL DE LOS NIVELES DE MANTENIMIENTO

El revisar el estado actual de la compañía es el punto de partida para un análisis meticuloso, en este estado se debe tener en cuenta todo lo relacionado con el mantenimiento, gastos, capital, recursos humanos, manejo de la información entre muchas otros factores que hacen que el mantenimiento sea lo más óptimo posible y se pueda estar al tanto de todo lo que ocurre en este, teniendo un mantenimiento controlado se puede analizar los gastos relacionados y la importancia que el mantenimiento tiene dentro de la empresa.

Al saber cuál es el estado actual de la compañía con respecto al nivel operacional se puede deducir como es el comportamiento de la empresa con respecto a los mantenimientos correctivos, predictivos y preventivos, y cuál es la gestión que esta realiza el momento de ejecutar estos mantenimientos, y tener variables como costos, inventarios, tiempo de falla, etc.

3.1 NIVEL INSTRUMENTAL

El capital (K) en la empresa Movitierra Construcciones S.A. está constituido por ocho bulldozers, cuatro canguros, tres camionetas, dos camiones, un compresor, un compactador de llantas, diez excavadoras, una motoniveladora, una perforadora, un soldador a gasolina, un tractocamión y siete vibrocompactadores, además de tener dos inmuebles ubicados en la ciudad de Pereira, uno de los inmuebles es para el área administrativa y donde realizan las actividades de mantenimiento a la maquinaria, y otro inmueble como parqueadero para la maquinaria que no esté en funcionamiento.

Foto 1. Bulldozer.



Tabla 5. Maquinaria.

NOMBRE DEL EQUIPO	CAPACIDAD	TIPO MAQUINA	MARCA EQUIPO	MODELO	AÑO	MARCA MOTOR
BULLDOZER # 10	155 HP	BULLDOZER	KOMATSU	D65EX-12	1996	KOMATSU
BULLDOZER # 11	155 HP	BULLDOZER	KOMATSU	D65EX-12	1998	KOMATSU
BULLDOZER # 13	155 HP	BULLDOZER	KOMATSU	D65EX-12	1996	KOMATSU
BULLDOZER # 15	155 HP	BULLDOZER	KOMATSU	D65EX-12	2000	KOMATSU
BULLDOZER # 18	155 HP	BULLDOZER	KOMATSU	D65EX-12	1997	KOMATSU
BULLDOZER # 24	187 HP	BULLDOZER	KOMATSU	D65EX-15	2005	KOMATSU
BULLDOZER # 25	187 HP	BULLDOZER	KOMATSU	D65EX-15	2005	KOMATSU
BULLDOZER # 26	187 HP	BULLDOZER	KOMATSU	D65EX-15	2005	KOMATSU
CARGADOR # 3		MINICARGADOR	CATERPILLAR	226B SKID STEER	2005	CAT
CANGURO # 1		APISONADOR/GASOLINA	DYNAPAC	LT 6000	2003	HONDA
CANGURO # 2		APISONADOR/GASOLINA	DYNAPAC	LT 6000	2003	HONDA
CANGURO # 3		APISONADOR/MEZCLA GASOLINA ACEITE	WACKER	BS 62Y	2002	WACKER
CANGURO # 4		APISONADOR/MEZCLA GASOLINA ACEITE	WACKER	BS 62Y	2002	WACKER
CAMIONETA CMI 595		CAMIONETA	CHEVROLET	D'MAX	2005	ISUZU
CAMIONETA PEK 715		CAMIONETA	CHEVROLET	LUV 2300	1997	ISUZU
CAMIONETA VDW 442		CAMIONETA	CHEVROLET	D'MAX	2006	ISUZU
CAMION TANQUEO WHH 297		CAMION	MAZDA	T45	1998	MAZDA
CAMPERO SAMURAI BLG 421		VEHICULO	CHEVROLET	SAMURAI	200	ISUZU
CARRO TANQUEO PEI 902		VEHICULO	CHEVROLET	C30	1982	
COMPRESOR # 6	185 CFM	VEHICULO	INGERSOLL RAND	P 185 A WIR	2005	INGERSOLL RAND
COMPACTADOR DE LLANTAS # 4		COMPACTADOR NEUMATICO	DYNAPAC	CP 273	1995	PERKINS
EXCAVADORA # 14	1.2 m ³	EXCAVADORA ORUGAS	KOBELCO	SK 220 LC IV	1999	CUMMINS 6BT 5.9C
EXCAVADORA # 21	80 HP	RETRO CARGADOR 4X4	CATERPILLAR	426 C	1999	CAT 3054
EXCAVADORA # 48	1 m ³	EXCAVADORA ORUGAS	KOBELCO	SK 200 VI	2004	MITSUBISHI 6D34T
EXCAVADORA # 52	133 HP	EXCAVADORA ORUGAS	KOMATSU	PC 200 LC 6	1999	KOMATSU
EXCAVADORA # 54		MINIEXCAVADORA	CATERPILLAR	304 CCR	2006	CAT
EXCAVADORA # 56	1 m ³	EXCAVADORA ORUGAS	KOBELCO	SK 210LC VI	1998	MITSUBISHI 6D34T
EXCAVADORA # 57	77 HP	RETRO CARGADOR 4X4	CATERPILLAR	416 B	1994	CAT
EXCAVADORA # 58	145 HP	EXCAVADORA ORUGAS	KOMATSU	PC 210 LC VI	2002	KOMATSU
EXCAVADORA # 59		MINIEXCAVADORA	CATERPILLAR	313 R	2006	MITSUBISHI S3L2
MOTONIVELADORA # 4	135 HP	MOTONIVELADORA	JHON DEER	JD 670 B	1995	JD
PERFORADORA # 1		PERFORADORA	VERMER	D20 X 22	2008	KUBOTA
SOLDADOR A GASOLINA HOBART		OTRO	HOBART	TITAN/8000 AC/DC		COOLER
SOLDADOR DIESEL # 2 LINCOLN		OTRO	LINCOLN	RANGER 305D	2006	KUBOTA
SOLDADOR ELECTRICO # 1		EQUIPO DE SOLDADURA	HOBART	MEGAFLEX 450		
TRACTO CAMION WHN 082		CAMA BAJA	KENWORTH		2008	CUMMINS
VIBROCOMPACTADOR # 10	9 TON / 72 HP	VIBRO 2 TANDEM	CATERPILLAR	CB 434	1993	CAT
VIBROCOMPACTADOR # 13	11 TON / 92 HP	VIBRO 2 TANDEM	CATERPILLAR	CB 435B	1996	CAT
VIBROCOMPACTADOR # 14	0.52 TON / 5.9 HP	AUTOPROPULSADO	INGERSOLL RAND	DX70	1995	KUBOTA
VIBROCOMPACTADOR # 15	0.52 TON / 5.9 HP	AUTOPROPULSADO	INGERSOLL RAND	DX70	1995	KUBOTA
VIBROCOMPACTADOR # 16	2.5 TON / 43 HP	VIBRO 2 TANDEM	INGERSOLL RAND	DD24	1999	DEUTZ
VIBROCOMPACTADOR # 17	9.6 TON / 125 HP	VIBRO 1 TANDEM	INGERSOLL RAND	SD100	1999	CUMMINS
VIBROCOMPACTADOR # 18	6.5 TON / 95 HP	VIBRO 1 TANDEM	DYNAPAC	CA152D	2001	CUMMINS

Fuente: Movitierra Construcciones S.A.

Entre enero y junio de 2011, Movitierra Construcciones S.A. presentó un costo total de \$365.501.193 para el desarrollo de la actividad de maquinaria. Es importante destacar que este valor es uno de los reportes que más se utiliza para el análisis de costos de la empresa y este no solamente incluye el valor de los repuestos, si no también otros costos no asociados al mantenimiento como el pago de combustibles que representa el 63,17% de este rubro, los costos de transporte de maquinaria que representan el 0,8% y el pago del sistema de rastreo satelital con el 0,4%. Adicionalmente, este rubro no tiene en cuenta el valor de hora hombre trabajada, los gastos de transportes para ejecutar las

reparaciones en el campo de trabajo y los viáticos como comidas y alojamiento (véase el anexo A).

Los gastos mensuales de la empresa relacionados con el mantenimiento se acercan \$21'652.161. Con respecto a planes correctivos el gasto de solo repuestos en dichas actividades se aproxima a \$13'122.100 (véase el anexo B), lo que corresponde al 60,6% del total de gastos mensuales generados por el área de mantenimiento, si se tiene en cuenta los repuestos de las actividades preventivas equivale al 78,47% del total de compras generadas por mantenimiento. El otro 21,52% equivale a pendientes relacionados con las máquinas.

El recurso humano (N) en el área de mantenimiento de la empresa está constituido por el gerente de la empresa, un ingeniero mecánico encargado del área, una asistente de mantenimiento encargada de la información, una persona encargada del almacén de repuestos, un ingeniero mecánico encargado de la inspección de la maquinaria en obra, una persona encargada de la lubricación, abastecimiento de combustible, y dos mecánicos especializados en maquinaria amarilla encargados de cambios de aceites y problemas que resulten en esta.

Tabla 6. Personal de mantenimiento.

DOC. IDENTIFICACION	NOMBRE	CARGO	PAGO
1,087,989,568	CUESTAS RIVERA FLOR JOHANA	SECRETARIA MANTE	\$ 650,000
1,021,062	HENAO CANO JOSE GILDARDO	AUX MECANICO	\$ 535,600
71,001,112	HERNANDEZ PAREJA EDINSON	MECANICO	\$ 1,352,000
10,119,527	JARAMILLO PESCADOR NORBERTO DE J	CARROTANQUE	\$ 755,000
10,136,540	POSADA CUARTAS JHON JAIRO	DIR MAQUINARIA	\$ 5,000,000

Fuente: Movitierra Construcciones S.A.

Los recursos naturales (RN) de la empresa es la facilidad de contratación de la maquinaria, la empresa además de prestar el servicio de contratación, realiza obras civiles a las cuales arriendan la maquinaria, además cuenta con un tractocamión para facilitar movimiento de la maquinaria entra las diferentes obras o lugares de contratación.

La empresa por tener tanto recorrido a nivel regional a demás de tener más de 17 años en el sector, tiene la facilidad y la experiencia de ser reconocida por los habitantes de los departamentos de Risaralda, Caldas y Quindío, de ser una empresa que presta el servicio de maquinaria amarilla, movimientos de tierra y obras civiles.

La tecnología (T) en la empresa se basa en la experiencia de los mecánicos y en el conocimiento de los ingenieros mecánicos, estos se capacitan cuando la empresa cree que es necesario o cuando ingresa una nueva máquina a la empresa.

La Planeación (P) de la empresa está enfocada a la disponibilidad y confiabilidad de la maquinaria, este es el principal objetivo del mantenimiento de la empresa, ya que siempre que se alquile una máquina debe de estar disponible, para esto se tienen planeados mantenimientos a corto, mediano y largo plazo dependiendo de la máquina y del horario de la misma, para prolongar la vida de estas y alcanzar la meta planeada de disponibilidad. De todas las maquinas se tienen las horas trabajadas y con respecto a esto se realizan los planes de mantenimiento, con sus principales tareas a desarrollar.

Además de tener la planeación de la maquinaria, se tiene la planeación de las órdenes de compra de repuestos en el almacén, esto con el fin de tener disponible en cualquier momento los repuestos utilizados. Algunos de los repuestos de estas maquinas se deben de importar, por lo que se tiene en cuenta en qué estado está la pieza para hacer el pedido de éste repuesto a tiempo para reducir el tiempo de la maquina parada por un mantenimiento.

El área de mantenimiento tiene la obligación de planear con el área encargada de los contratos de la maquinaria los mantenimientos que se deben de realizar a las maquinas y cuando éstas deben de parar su trabajo para realizarle su respectivo mantenimiento con el fin de prolongar su vida y disponibilidad.

El poder de negociación (PN) de la empresa con los proveedores de partes y repuestos para las maquinas, es el pago a 30 días o crédito en algunos de los almacenes. No es crítico ya que los almacenes que proveen los repuestos para maquinaria son bastantes. Con respecto a la lubricación y los filtros, se tiene un contrato por el cual la empresa va gastando del inventario y ellos se encargan de suplirlos y realizar el cobro mensual de este.

El poder de negociación con los clientes a los cuales se les alquila la maquinaria, consiste en el cobro por hora de máquina trabajada, o por contrato a tiempo definido. Se incluye el transporte de la maquinaria o el cliente se encarga de recogerla.

Cuando la empresa tiene licitaciones u obras para desarrollar, la contratación de la maquinaria se realiza directamente con la persona encargada del proyecto, este tiene la obligación de contratar la maquinaria con la empresa y el pago de esta, se efectúa por medio de la licitación.

La importación de repuestos se realiza desde la organización; el ingeniero mecánico es el encargado de la comercialización, pedir el repuesto necesario, y verificar el costo del mismo sea coherente con el mercado, además de encargarse del transporte a la empresa. Estos repuestos por lo general se cancelan de contado.

La empresa no tiene ningún vínculo con los proveedores, teniendo la facilidad de cambio de los mismos, ya sea por costo o por calidad. En el mercado hay gran variedad de productos sustitutos, pero la empresa se basa en calidad y costo del repuesto.

Los competidores para el alquiler de maquinaria amarilla son altos, pero Movitierra Construcciones S.A. compete con disponibilidad de maquinaria y precio por hora de trabajo, además de alquilar la maquinaria a las obras presentadas por la empresa, las barreras de entrada para nuevos competidores es baja, la única barrera de entrada es el costo de la maquinaria que es elevado.

El espacio físico (V) de la empresa donde interactúa con las máquinas está ubicada en las afueras de la ciudad de Pereira, en este espacio se realizan cambios de aceite, mantenimientos correctivos, preventivos y predictivos, además en este espacio se encuentra el almacén y todo tipo de herramienta necesaria para realizar los mantenimientos.

El espacio donde se realizan los mantenimientos está marcado por unas líneas divisorias, donde se encuentran las máquinas, tiene sus avisos de evacuación en caso de incendio y los demás avisos de seguridad del personal, además el espacio físico tiene lo necesario para la realización de actividades de mantenimiento, malacates, grúas, graseras, entre otras herramientas necesarias para realizarlos como se puede ver en las imágenes.

Foto 2. Área de mantenimiento.



Foto 3. Área de mantenimiento.



Foto 4. Área de cambio de aceite.



Foto 5. Área de cambio de aceite.



Foto 6. Área de almacenamiento de Aceite.



Foto 7. Almacén.



La empresa maneja toda la información relacionada al mantenimiento por medio de un programa diseñado por el ingeniero mecánico con ayuda de un ingeniero en sistemas, el programa tiene todos los planes de mantenimiento correctivo, preventivo, predictivo, además de manejar todos los proveedores, costos de los mantenimientos, y todas las hora máquina trabajada, en donde las trabaja y quien era el operario de turno para la máquina, además de avisar los futuros mantenimientos con respecto al horómetro de la maquinaria.

El ingreso de los datos al sistema lo realiza una empleada de la empresa, los operarios llenan un formulario todos los días donde se debe de tener en cuenta el horómetro de la máquina, combustible al día y algunas observaciones por mantenimiento, engrase o paradas no programadas.

La empresa no realiza ninguna clasificación de materiales, no tiene codificación para realizar el manejo de repuestos, por ende el manejo que se da es deficiente, altas perdidas por inventario, alta cantidad de repuestos de baja rotación, además de un sobre stocks.

3.2 NIVEL OPERACIONAL

La empresa realiza un mantenimiento correctivo a todas las máquinas cuando estas lo necesiten, el objetivo es reducir las actividades de mantenimiento correctivo pero por otro lado es imposible ya que en este tipo de máquinas es de mucho costo el prevenir los mantenimientos correctivos.

La empresa maneja toda la información de los mantenimientos correctivos realizados a las máquinas con sus respectivos costos de repuestos, fecha en la que se realizó el mantenimiento, persona encargada de realizar el mantenimiento y ingeniero encargado del mismo.

Los mantenimientos correctivos constan de una reparación inmediata, y los operarios deben de avisar a la gente encargada para hacer la corrección de la misma de manera rápida, sencilla y puesta en marcha de la máquina en el menor tiempo posible, todo esto se documenta y se ingresa en el sistema de mantenimiento. La documentación para la empresa es importante ya que casi nunca las acciones correctivas no dejan la máquina en su funcionamiento normal, por eso se debe de informar que se realizó, como se realizó, que queda por realizar y que tan urgente es la realización para que la máquina quede en optimas condiciones.

La empresa realiza mantenimientos por sustitución de elementos como es el caso bombas de algunas maquinas, entre otras partes que se encuentran en el alcance de la empresa. Esto se caracteriza por la rapidez en la respuesta al fallo, el bajo costo de la mano de obra, pero son costos elevados en el material y recambios empleados.

El factor técnico administrativo no es bien llevado en los mantenimientos realizados en la empresa, aunque tiene en cuenta: los repuestos, suministros; no tienen en cuenta las horas hombre trabajadas y los gastos extras que se presentan en los mantenimientos correctivos.

El suministro de repuestos es controlado por almacén, desde él se hacen las salidas para los mantenimientos. Cuando sale algo del almacén se toman los datos de la máquina a la que va dirigida la pieza, la persona encargada del montaje, la fecha y hora. Cuando una pieza necesita devolución es el mismo proceso, todo esto se realiza por medio de un software que compro la compañía para tener todo inventariado.

La empresa no maneja informes predictivos, todos los informes que maneja los maneja sobre preventivos.

La empresa maneja los mantenimientos preventivos como mantenimientos a realizar, entre los mantenimientos preventivos están todas las lubricaciones, cambios de filtros mangueras y partes, que por sus respectivas horas de trabajo se deben de cambiar, además de manejar la información de los mantenimientos en las máquinas como: lugar de trabajo, operador, fecha, tipo de mantenimiento a realizar, horómetro de la maquina al momento de realizar este y por último la persona encargada o las personas encargadas de realizar el mantenimiento (véase el Anexo C).

Los planes de mantenimiento preventivos que realiza la empresa se basan en la información dada por el fabricante de la maquina y al conocimiento del ingeniero mecánico de la compañía con respecto a mantenimiento anteriores, además de mantenimientos correctivos que se pueden prever desde los mantenimientos preventivos.

El costo de mano de obra no se tiene en cuenta en la empresa al momento de realizar un mantenimiento, lo que se tiene en cuenta es el salario del personal de

mantenimiento en general, no se tiene en cuenta cuantas horas, la fecha y a la máquina a la que se le está realizando dicho mantenimiento.

El costo de las piezas a reemplazar en un mantenimiento se tiene en cuenta y se carga a la máquina, además de tener en cuenta la fecha de salida de almacén, el horómetro de la máquina, persona encargada de la sustitución, con sus respectivas autorizaciones.

La empresa con los ítems que tiene en almacén es muy cuidadosa, en el sentido que tiene registro de todo lo que sale de almacén, a que máquina va dirigido, la fecha en la que sale de almacén y el encargado, pero no tiene una política para la disminución de stock, para mejorar las disponibilidad de repuestos, y calidad de estos ítems, por esto los mantenimientos se prolongan, y la disponibilidad de la maquinaria es menor, el tiempo de falla es mayor y el cliente está insatisfecho.

La empresa no tiene en cuenta el número de paradas por mantenimiento de las máquinas, tampoco sabe el tiempo de falla de las mismas y la duración de estas, lo único que se tiene en cuenta es la fecha en la que se realizó el mantenimiento.

La empresa maneja un informe de pendientes, son trabajos que se deben realizar a la maquinaria pero que no son fundamentales para su funcionamiento, estos pendientes se realizan cuando las máquinas están fuera de funcionamiento o cuando se planea un mantenimiento preventivo, el informe de pendientes generado por el área de mantenimiento de la empresa, presenta 132 pendientes trimestrales promedio, de los cuales 35 son problemas mecánicos y 49 problemas eléctricos y mecánicos, el resto de los pendientes son actividades administrativas (Véase el anexo D).

3.3 NIVEL TÁCTICO

La empresa Movitierra Construcciones S.A. no implementa ninguna táctica para manejar y operar el mantenimiento de forma coherente, lógica y sistemática. La empresa por su forma de operar nunca se ha enfocado en utilizar tácticas internacionales como lo son: TPM, RCM, TPM & RCM, PMO, etc. El manejo de los instrumentos básicos, genéricos, específicos y avanzados se realizan directamente por el conocimiento del personal de mantenimiento.

3.4 NIVEL ESTRATÉGICO

Al evaluar la táctica realizada por la empresa es importante tener en cuenta los siguientes índices e indicadores de rendimiento que permitan comparar el rendimiento de la compañía respecto a otras, para alcanzar el objetivo deseado y propuesto, para esto la empresa implantó un programa.

Los informes de gestión del mantenimiento de la empresa Movitierra Construcciones S.A. se genera a partir de un software que realizó el ingeniero mecánico de la compañía y un ingeniero de sistemas, no se tiene en cuenta los siguientes índices de clase mundial, tiempo medio entre fallas, tiempo medio para reparación, tiempo medio para la falla, disponibilidad de equipos, para la realización de los análisis pertinentes con respecto a la disponibilidad de la maquinaria y los tiempos en los cuales se tienen que realizar los mantenimientos con sus respectivos informes.

En los índices de gestión de equipos no se realizan informes de tiempo medio entre mantenimientos preventivos, tiempo medio para intervenciones preventivas, tasa de falla observada, tasa de reparación, no conformidad de mantenimientos, sobrecarga de servicios de mantenimientos, alivio de mantenimiento, lo que si se tiene en cuenta es cuando se debe de realizar el mantenimiento de la maquinaria con respecto a el horómetro.

A nivel de costo la empresa genera informes de costos de mantenimientos correctivos durante un periodo determinado, estos informes se basan en repuestos mas no en mano de obra, se puede discriminar por máquina. Además de esto no genera ningún otro informe como componente costo mantenimiento, progreso en los esfuerzos de reducción de costos, costo relativo con el personal propio, costo relativo con material.

Los índices de gestión de mano de obra son cargados todos a mantenimiento, no se realiza ningún tipo de informe de trabajo en mantenimiento programado vs relación entre los hombres-hora, tampoco de mantenimiento correctivo relacionado con los hombres-hora.

La planificación de los mantenimientos la realiza el software con respecto a cuándo se deberían de realizar teniendo en cuenta el horómetro de la máquina, pero no se realiza la planificación de la gente de mantenimiento, esta se realiza por disponibilidad del personal encargado en el momento.

3.5 CONCLUSIONES DE CAPITULO

- Revisando el estado actual de la compañía con respecto al área de mantenimiento, en el nivel instrumental la compañía cuenta con recursos naturales, espacio físico, capital, tecnología, poder de negociación, pero carece de recurso humano, planeación y de manejo de la información de los planes de mantenimientos, como de repuestos y herramientas.
- La empresa a nivel operacional tiene falencias por la falta de conocimiento de las actividades que se pueden realizar, implementa mantenimientos preventivos y correctivos, pero no realiza mantenimientos predictivos. Además de no implementa ninguna táctica para manejar y operar el mantenimiento de forma coherente.
- Los informes que genera la empresa no analizan el desempeño del área de mantenimiento, operarios y maquinaria. La información suministrada por parte de los operarios y mecánicos de la empresa no es suficiente para generar los índices de gestión confiables necesarios en el análisis.

4. PUNTOS CLAVES Y TÓPICOS CRÍTICOS DE MANTENIMIENTO

Los tópicos críticos con respecto al estado actual de la compañía, para encontrar las principales falencias con respecto al mantenimiento. Para realizar un análisis profundo de los problemas y consecuencia que estos pueden traer en todos los niveles de mantenimiento.

El conocimiento de los puntos claves de la compañía en los niveles instrumental, operacional, táctico y estratégico, da la posibilidad de mejora a la compañía en estos factores que son importantes a tener en cuenta para el buen rendimiento, incrementando la disponibilidad de la maquinaria, disminuyendo costos y mejorando la atención a los clientes.

4.1 NIVEL INSTRUMENTAL

El recurso humano de la compañía en el área de mantenimiento se encuentra constituido por: un ingeniero mecánico, un practicante de ingeniería, auxiliar de mantenimiento y dos mecánicos, este es poco personal para estar encargado de la maquinaria de la empresa, los informes, los mantenimientos tanto correctivos como preventivos, las tareas pendientes, etc. Este es un tópico importante que se debe de tener en cuenta ya que al tener poco personal las tareas que se asignan no se desarrollan correctamente, además de bajar la disponibilidad de la maquinaria debido al tiempo de atención a una maquina aumenta por el poco personal que tiene la compañía.

El procesamiento de la empresa al momento de realizar una reparación cuando la maquina se encuentra retirada, es enviar al mecánico de la compañía a realizar las labores de mantenimiento, generando esto unos gastos extras como lo son las alimentaciones, el transporte, etc. Teniendo en cuenta que a la compañía debe de tercerizar las labores que este deja de cumplir.

El programa utilizado por la compañía para el manejo de la información de mantenimiento es bien manejado por el personal, pero no contiene todos los módulos necesarios para hacer un análisis exhaustivo de mantenimiento y poder reducir costos.

La compañía tiene sus planes de mantenimientos preventivos organizados con el horómetro de la máquina. Se tiene dificultades con la planeación de la mano de obra y la entrada de las maquinas a los mantenimientos programados. La empresa

al no tener organizada una planeación con respecto a las máquinas que necesitan mantenimientos y las personas que las van a realizar, se ve en dificultades debido a que ciertos días tiene más carga laboral y, además dejan maquinas en espera o posponen el mantenimiento.

La planeación de personal es importante a tener en cuenta, si el personal con el que cuenta la empresa es óptimo, si la empresa en el área de mantenimiento está realizando un gasto de más al tener gente improductiva o que no esté cumpliendo con su tiempo de trabajo, además es importante para la planeación de las horas de trabajo hombre en el transcurso de la semana, con el fin de saber disponibilidad de gente para el mantenimiento de las máquinas.

El espacio físico de la empresa esta demarcado correctamente con respecto a los anuncios de seguridad, pero la empresa tiene que mejorar con respecto al orden y la limpieza en el lugar de trabajo, al mejorar estos dos ítems con respecto al espacio físico se puede tener más control de la herramienta, evitar accidentes de trabajos, tener más control del inventario de repuestos, entre otros beneficios que el orden y limpieza mejoran el área de trabajo para los empleados.

La empresa realiza un manejo de la información soportado por un software realizado por la empresa, la información recopilada no es suficiente para determinar el estado del mantenimiento y el software no contiene los módulos suficientes para un análisis, no se maneja información sobre las horas hombre trabajadas por maquinas, no se tiene en cuenta las ordenes de trabajo, no se tiene en cuenta los gastos por máquina durante un periodo de tiempo prolongado, teniendo en cuenta los gastos de repuestos, horas trabajadas, cantidad de gente a cargo del mantenimiento, tiempo de la máquina parada, etc.

Se tienen todos los programas de mantenimientos preventivos, además de tener todos los manuales de las maquinas para averiguar cómo se deben de realizar los mantenimientos, pero no se tiene un checklist de los procedimientos donde se asegure que el proceso se realizo.

4.2 NIVEL OPERACIONAL

La empresa todos los mantenimientos los maneja como mantenimientos preventivos y correctivos, se puede implementar mantenimientos predictivos para rebajar los mantenimientos preventivos al tener en cuenta el estado de la máquina y poder reducir costos a la hora de la realización de los mantenimientos,

también al realizar predictivos la empresa puede reducir los correctivos, además de generarle mayor disponibilidad en la maquinaria, ya que este tipo de mantenimiento se genera cuando la máquina esta en servicio.

Al realizar mantenimientos predictivos es posible seguir con notable precisión el estado actual de la maquina así como la evolución de los síntomas de fallo, alargar la vida útil de las piezas y conjuntos, a fin de abaratar los costos de mantenimiento.

4.3 NIVEL TÁCTICO

La empresa no implementa nada de las diferentes formas de organización que pueden aplicar las instituciones para manejar y operar el mantenimiento con respecto al nivel táctico o nivel tres.

4.4 NIVEL ESTRATÉGICO

Le empresa en el nivel estratégico tiene unos indicadores de costos, los cuales constan de costos de mantenimiento correctivos, lo único que se tiene en cuenta es la fecha en la que se realizo, el motivo del correctivo y el costo del mantenimiento pero solo los repuestos reemplazados, ni se tiene en cuenta el costo de la mano de obra, del paro de la maquina y otros factores que se deben de tener en cuenta para poder realizar un buen control del área de mantenimiento, además del éxito alcanzado con la implementación de la tácticas.

Los indicadores que tiene la empresa no logran medir la eficacia, eficiencia y disponibilidad en el área de mantenimiento, esto se realiza comparando los indicadores de la compañía con las metas trazadas o con empresas de clase mundial.

La empresa implementando mejor los indicadores puede detectar el tiempo medio entre fallas, entre reparaciones, para la falla de cada equipo, disponibilidad de equipos, y unos ítems importantes que colaboraran a la reducción de costos como: mantenimiento por facturación y mantenimiento por valor de reposición, además de otros indicadores que ayudan con la mano de obra y reducción de costos por excesos de mantenimientos.

4.5 CONCLUSIONES DE CAPITULO

- Dentro de los tópicos claves de la empresa es la falta de recurso humano de la compañía y el manejo que se da a las horas hombre trabajado, esto genera un costo adicional debido a las tercerización que se está realizando.
- Le empresa no tiene ningún tipo de planeación del personal y maquinaria, haciendo que las labores se realicen con respecto a los mantenimientos planeados con horómetro de la maquina, esto genera unos picos de ocupación muy altos a los empleados y espacios físicos, generando semanas ocupadas y gastos de horas extras.
- El manejo de la información por parte de la empresa es deficiente, esta no es suficiente para generar informes confiables, además de no contar con ordenes de trabajo, horas trabajadas, tiempo de maquina parada, etc. datos importantes para evaluar la función del área de mantenimiento.

5. PLAN DE MEJORA PARA MANTENIMIENTO

Con respecto a los puntos clave y tópicos críticos en el mantenimiento de Movitierra Construcciones S.A. se sugerirá una serie de procedimientos para el área de mantenimiento con el objetivo de mejorar las condiciones de la empresa.

El objetivo del plan de mejora para mantenimiento es teniendo en cuenta las falencias de la empresa en todos los niveles, con respecto a cada nivel sugerir la implementación de una filosofía basada en la experiencia y conocimiento, de todo lo relacionado con el manejo del mantenimiento en la organización.

5.1 NIVEL INSTRUMENTAL

El recurso humano de la compañía no es suficiente por lo que la empresa necesita implementar un seguimiento a los empleados con respecto a las actividades que realizan y la duración de estas. Este seguimiento se puede realizar por medio de un software o Excel dándole una simple capacitación a la gente y dejándoles la tarea de documentar todas las horas trabajadas, con una descripción de lo realizado cual fue la duración y en que fueron utilizadas esas horas, para así tener en cuenta la disponibilidad de los empleados de la empresa.

El programa manejado por la compañía no es suficiente para identificar aspectos importantes con respecto a los indicadores, tareas programadas, total costo de mano de obra, número total de horas en mano de obra, costo total de mantenimiento y reparaciones, número total de equipos y ordenes de trabajo, número total de repuestos y costos de mantenimiento por equipos.

El software que maneja la empresa debe mejorar con respecto a las especificaciones requeridas, considerando los aspectos más básicos como tiempo y costo, pero también, tecnología existente como hardware, software, etc. compatibilidad con el sistema de planificación de recursos de la empresa y enfatizar en las tendencias del mercado como intranet o internet.

El software debe pretender el registro de tareas y acciones sobre equipos, analizar la historia de mantenimiento, documentación técnica, planeación y programación de actividades, con eficacia y control de costos (Sistema de información en mantenimiento, 2011).

La empresa debe de organizar la planeación con respecto al personal y máquinas a las cuales se les deben realizar los próximos mantenimientos, es de realizar un

organigrama bien estructurado en Microsoft Project o en algún otro programa para estar enfocados en mantenimientos futuros, personas a cargo, disponibilidad de espacio físico y herramientas, además de aprovechar al máximo la disponibilidad de personal, todo esto teniendo en cuenta el tiempo gastado en los mantenimientos, desde su respectivo desplazamiento, demora en el pedido de repuestos, entre otros.

Teniendo la información del organigrama y la información en la cual los empleados ingresan sus respectivas tareas, se puede controlar las tareas a realizar, el tiempo de realización, además de controlar la disponibilidad de la gente y la cantidad de gente necesaria por la empresa para la realización de las labores en el área de mantenimiento.

Con respecto al espacio físico es necesario para la empresa mejorar en el orden y limpieza, para esto las personas del área de mantenimiento deben de estar con disposición a implementar un plan de mejora como lo es la filosofía de las 5S.

Un plan de mejora para la empresa Movitierra Construcciones S.A. es la implementación de las 5S, estas son seleccionar (SEIRI), ordenar (SEITON), limpiar (SEISO), estandarizar (SEIKETSU), autodisciplina (SHITSUKE), con esto se pretende que poder limpiar el área de trabajo del taller y de las instalaciones.

La selección (SEIRI) es hacer la diferencia entre lo que se necesita y lo que no se necesita, para esto es importante plantearse las tres preguntas de la clasificación, ¿Se necesita?, ¿Está es la cantidad adecuada? y ¿Cuál es la frecuencia de utilización? (TPM (Mantenimiento productivo total), 2007).

La clasificación de ítems en la empresa, se recomienda realizar por medio de código numérico, no más de 15 caracteres, agrupada en nivele y contara con un último dígito para confirmación en computadora.

El código debe de ser tan corto como sea posible, pero que permita clasificar todos los ítems existentes y las posibles aplicaciones del sistema.

El tener establecida la estructura del código, debe comenzarse el proceso de codificación, que consiste en atribuir a cada artículo un código único, una descripción estandarizada y una unidad de medida que será la misma para la gestión y usuarios.

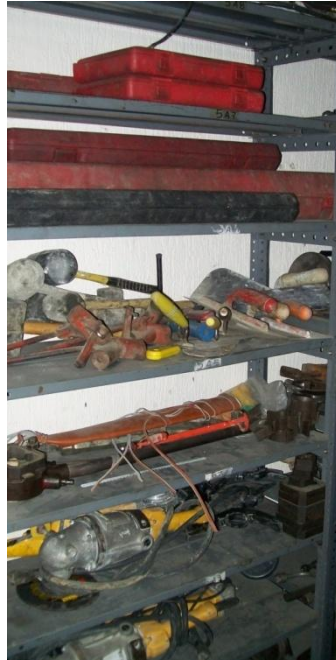
La implementación de la codificación se realizara por personas con conocimiento o capacitar personal de la empresa, para esto debe de tener en cuenta que la información de los códigos será fácil de interpretar por el personal de mantenimiento, en lo posible existirán catálogos de entradas por códigos, con un índice de orientación, catálogos alfabéticos y catálogos de vistas explotadas.

Los repuestos que pueden ser usados en varias funciones estarán contenidos en grupos especiales de materiales, identificados de uso común. Además deben identificarse los equivalentes o sustitutos que pueden ser superiores, iguales o inferiores. Si dos artículos de marcas diferentes pueden cumplir exactamente la misma función, será identificado como un solo artículo, esta información deberá ser incluida en los archivos de proveedores de compras y no en los catálogos de información. (Díaz Matalobos, 1991)

Ordenar (SEITON) los espacios, asignándoles un espacio a las cosas que se necesitan para ejecutar los diferentes procesos, dentro del área de trabajo, definiendo un sitio o lugar apropiado para la ubicación de cada cosa, pieza, o herramienta dentro de un sistema lógico, distribuir y manejar el espacio adecuadamente teniendo las cosas listas y al alcance para cuando las necesitan.

Para clasificar las cosas se realiza la siguiente pregunta, ¿Es un objeto o información necesaria para el puesto de trabajo?, Si se usa frecuentemente se debe de colocar cerca, si se usa ocasionalmente no tan cerca y si se usa muy de vez en cuando se debe de colocar lejos, si en cambio la pregunta es ¿Es un objeto o información innecesaria para el objetivo del puesto de trabajo?, Si no es útil para nadie vender, botar o donar. Si a alguien le puede servir se transfiere.

Foto 9. Herramientas y repuestos en almacén.



Fuente; Movitierra Construcciones S.A.

Foto 10. Repuestos y herramientas del taller de mecanizado.



Fuente: Cervuni3n.

La limpieza (SEISO) es atacar las fuentes de contaminaci3n, adem3s de ser una inspecci3n, ya que limpiar minuciosamente significa verificar la condici3n del equipo, realizar reparaciones y ajustes cuando sea necesario y al crear un lugar de trabajo impecable hace m3s eficiente el trabajo, el 3xito en la limpieza de la

empresa depende de la actitud y compromiso de todo el personal. La limpieza es eliminar todo y cualquier resto de suciedad, actuando en la causa fundamental que lo origina y se debe entrar en la cultura de no ensuciar.

Foto 11 Área de trabajo.



Fuente; Movitierra Construcciones S.A.

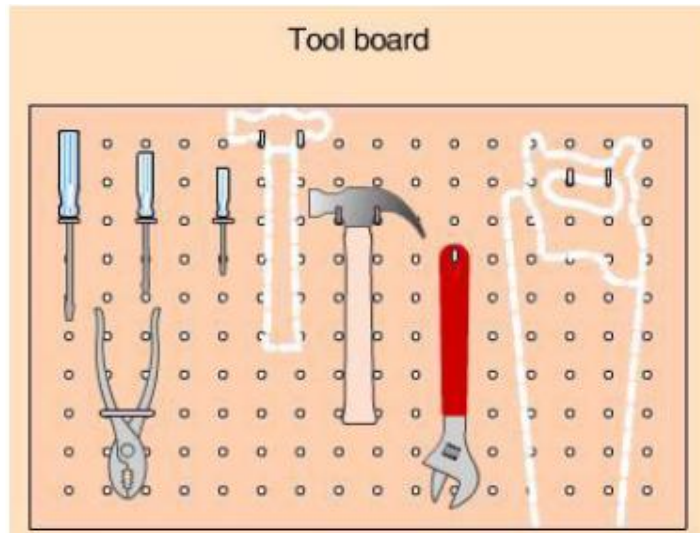
La estandarización (SEIKETSU) consiste en detectar irregularidades o anomalías, mediante normas sencillas y visibles para todos, en esta etapa se crean estándares que recuerden que el orden y la limpieza deben mantenerse cada día, para conseguir hacer evidencia se debe hacer identificación de zonas, favorece el aspecto visual de la empresa, estandarizar los métodos operatorios y formar al personal en los estándares.

Foto 12. Herramienta.



Fuente; Movitierra Construcciones S.A.

Foto 13. Herramienta en tableros visibles.



Fuente: Cidem

La autodisciplina (SHITSUKE), que es la disciplina al momento de realizar las labores eso se aprende practicando, respetando las reglas y aplicando las normas, convirtiendo las 4s en una forma natural de actuar, siendo un compromiso de todos, trabajando permanentemente de acuerdo en las normas establecidas, comprobando el sistema 5S y elaborando acciones de mejora continua. (TPM (Mantenimiento productivo total), 2007)

Para el buen funcionamiento del programa se debe realizar con rigor, comparando los resultados obtenidos con los estándares y los objetivos establecidos, se documentan las conclusiones y si es necesario se modifican los procesos y los estándares para alcanzar los objetivos.

5.2 NIVEL OPERACIONAL

La empresa Movitierra Construcciones S.A. no realiza ningún tipo de mantenimiento predictivo, es necesario para la empresa comenzar a implementar algunas acciones de mantenimiento predictivo con el fin de extender la disponibilidad y confiabilidad de los equipos.

El análisis de fallas en el mantenimiento predictivo es lograr la ubicación de las fallas ocultas y evidentes así como de aplicar las acciones correspondientes para su eliminación o minimización. Con el objetivo de llevar hasta los límites permisibles en rangos de confiabilidad las condiciones de estado de las partes de

las máquinas, aportando la información requerida para la toma de decisiones relativas a cambios, reparaciones o ajustes de dichas partes o equipos.

La evolución de los parámetros, análisis de sus dimensiones o límites y las inspecciones o controles de los equipos, se realizan periódicamente o continuamente dependiendo de factores diversos como: Tipos de equipos, tipos de fallas para diagnosticar y costos admisibles por el presupuesto disponible.

La experiencia de operarios e ingenieros, puede convertirse en una simple inspección visual, acústica o táctil de los componentes o equipos accesibles a una acción predictiva no invasiva.

El uso de herramienta u equipos de nivel básico permiten un diagnóstico primario inicial sobre la proyección de la condición de estado de los equipos accesibles en operación.

La forma de aplicación de las técnicas o acciones del mantenimiento predictivo, es por medio de las auditorías expertas, por medio de un mantenimiento proactivo, estas auditorías las puede realizar las empresas encargadas del suministro de aceite a la compañía, que en este caso es Terpel. (Acciones Predictivas - Pdm, 2010)

La empresa puede implementar análisis de vibraciones a las máquinas, para pronosticar el punto futuro de falla de un componente, de tal forma que éste componente se pueda reemplazar en el tiempo que sea más próximo a su falla, permitiendo que el tiempo muerto se minimice y su tiempo de vida se maximice.

La consecuencia de las vibraciones es el aumento de esfuerzos, tensiones, pérdidas de energía, desgaste de materiales dañados por fatiga, ruidos exagerados, etc.

Los daños en rodamientos, trenes de desplazamiento, etc., producen vibraciones con mayor o menor intensidad y con frecuencias de niveles de riesgos en los cuales los expertos y los rangos de los equipos de medición nos indican la severidad del efecto y por consiguiente la urgencia de parada o reparación.

Con el análisis de vibraciones la empresa puede analizar, desgaste acelerado de rodamientos, daño en sellos mecánicos, pérdida de ajuste en tapa de motores, pérdida de ajuste en alojamientos, pérdidas de ajuste en chumaceras, alta

generación de ruido, mayor consumo de energía, pérdida de ajuste en ejes, daños en engranajes, daño acelerado de acoples, etc.

La tribología es una de las acciones que la empresa debería de realizar, por medio de los lubricantes y las acciones de lubricación, permitiendo evaluar y pronosticar el desempeño de todos los equipos, ya que involucra dentro de los procedimientos tribológicos, acciones predictivas específicas como lo son la ferrografía, la cromatografía de gases y el conteo de partículas.

Los aceites lubricantes industriales, muestran a medida que transcurre el tiempo de operación, el nivel de protección, eficiencia y control de variables como oxidación que afectan negativamente a la máquina lubricada lo cual permite diagnosticar la condición de la máquina o equipo, que está siendo lubricada y su comportamiento futuro, mediante análisis físico químicos que muestra como está funcionando y cual puede ser la confiabilidad próxima y futura del elemento lubricado (Acciones Predictivas - Pdm, 2010).

La lubricación es un conjunto de acciones metódicas que promueven los elementos, piezas en movimiento, pertenecientes a cualquier tipo de máquina, con esto se pretende la reducción de la fricción y por consiguiente del desgaste, ruido, vibración, consumo de energía improductivo.

5.3 NIVEL TÁCTICO

Se puede mejorar a nivel táctico para organizar la ejecución y administración del mantenimiento en una forma coherente, lógica y sistemática. Esto implica la existencia de normas que gobiernan la forma de actuar, entre las cuales existen alternativas internacionales de tácticas.

Para alcanzar en la empresa el nivel táctico con suficiencia en el manejo de parte de los instrumentos básicos, genéricos, específicos y avanzados de mantenimiento, es necesario tener claro las principales falencias para aplicar tácticas de mejoramiento.

Dentro del plan de mantenimiento se le recomienda a la empresa comenzar con la implementación de los dos primeros pilares del TPM, los cuales son mejoras enfocadas (Pilar 1) y mantenimiento autónomo (Pilar 2).

5.4 MEJORAS ENFOCADAS

Las mejoras enfocadas que en su mayor parte es la administración de resultados, es partiendo de resultados donde se ubican las pérdidas, en este pilar no se realiza ninguna acción solamente identifica situaciones potenciales de mejora.

Las actividades de mejora se deben de enfocar al procedimiento operativo en la empresa, se debe documentar y analizar las pérdidas principales relacionadas con los equipos, y por lo tanto estudiar cuidadosamente el equipo para identificar las condiciones que se requieren en el proceso y así asegurar que se satisfagan (La instalación del TPM, 2010).

El desarrollo de las actividades de mejora se realiza a través de siete pasos:

- Paso 1: selección del tema de estudio. Cuando se comienza un proyecto de mejora enfocada se selecciona un tema, se evalúa y se registra. Para la elección del tema se basa en los siguientes criterios, objetivos de la compañía, problemas con el cliente, criterios organizacionales, relación con otros procesos de mejora continua, factores innovadores, entre otros.
- Paso 2: crear la estructura para el proyecto. La estructura utilizada es de un equipo interdisciplinario, los equipos están integrados por trabajadores de las diferentes áreas involucradas en el proceso de mantenimiento como lo son supervisores, ingenieros, operadores.
- Paso 3: identificar la situación actual y formular objetivos. Se requiere un análisis del problema, identificando las principales pérdidas, en esta fase se debe de recoger o procesar la información sobre averías, fallas, reparaciones y otras estadísticas sobre las pérdidas por problemas de operación, energía, capacidad de las maquinas y tiempos de operación, para identificar las paradas, fallos, etc. Esta información se debe de presentar en forma grafica o estadística para facilitar su interpretación. Una vez establecidos los temas de estudio, es necesario formular objetivos medibles y alcanzables.
- Paso 4: diagnóstico del problema. Antes de utilizar técnicas analíticas para estudiar y solucionar el problema, se deben establecer y mantener las condiciones básicas que aseguren el funcionamiento apropiado del equipo. Estas condiciones incluyen limpieza, lubricación, chequeos de rutina, ajustes, etc.

También es de importancia la eliminación de todas aquellas deficiencias y las causas del deterioro acelerado debido a fugas, escapes, contaminación, polvo, etc. esto implica realizar actividades de mantenimiento autónomo.

- Paso 5: formular plan de acción. Una vez investigado y analizado las diferentes causas del problema, se establece un plan de acción para la eliminación de las causas críticas, a partir de estas propuestas se establecen las actividades y tareas específicas necesarias para lograr los objetivos formulados.
- Paso 6: implementar y estandarizar mejoras. Es importante durante la implementación de las acciones contar con la participación de todas las personas involucradas en el proyecto. Cuando se pretenda mejorar métodos de trabajo, se debe consultar y tener en cuenta las opiniones del personal que directa o indirectamente intervienen en el proceso. Al terminar cada proceso de implementación y estandarización, el encargado de su coordinación debe de realizar auditorías con el fin de que los miembros de los equipos examinen su progreso y conozcan los nuevos pasos a seguir para reducir las pérdidas.
- Paso 7: evaluar los resultados. Es importante que los resultados obtenidos en una mejora sean publicados en un tablero ubicado en todas las empresas, lo cual asegurara que cada área se beneficie de la experiencia de los grupos de mejora. El comité encargado debe de llevar un grafico o cuadro de control del todos los proyectos, garantizando que todos los beneficios y mejoras se mantengan en el tiempo (La instalacion del TPM, 2010).

5.5 MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

El mantenimiento autónomo es el segundo pilar del TPM, en esta etapa de preparación se debe incluir la educación a todos los medios administrativos, la etapa de formación del personal en la metodología incluye el personal de mando intermedio y personal base.

Esta acción es complicada, porque los operarios y operadores de mantenimiento se les dificultan dejar su forma habitual de trabajo. Al fomentar el mantenimiento autónomo, todos los empleados de la compañía adopten la autonomía del trabajo.

En adición cada elemento tiene que ser entrenado en la destreza de hacer mantenimiento autónomo, actividades como inspección, limpieza y lubricación de su propio equipo (Suzuki, 2010).

Para la implementación de mantenimiento autónomo se pueden seguir los siguientes 7 pasos.

- Paso 1: Limpieza. Desarrollo del interés de los operarios por mantener limpias sus maquinas, la limpieza es un proceso educativo que provoca resistencia al cambio, esto es debido a que no se está acostumbrado, a trabajar de manera ordenada y limpia, y se cree que el trabajo de limpieza no corresponde, más aun cuando existen personas que realizan el trabajo.
- Paso 2: Proponga medidas, señale las causas y efectos de basura y polvo. Realizar la limpieza inicial es complicado del mantenimiento autónomo, y de ahí se tiene que mantener el equipo limpio y así reducir el tiempo de limpieza. El operador de la maquinaria, cuando ha aceptado hacer limpieza, debe de proponer medidas para combatir las causas de la generación de desorden, suciedad, desajustes, etc.
- Paso 3: preparación de estándares para la limpieza e inspección. Se preparan estándares de inspección con el propósito de mantener y establecer las condiciones óptimas del estado del equipo. Es frecuente emplear las dos últimas S de la estrategia de las 5S anteriormente mencionadas con el fin de garantizar disciplina y respeto de los estándares. Se busca crear hábito para el cuidado de los equipos mediante la elaboración y utilización de estándares de limpieza, lubricación y apriete de tornillos, pernos y otros elementos de ajuste; busca prevenir deterioro del equipo manteniendo las condiciones básicas de acuerdo a los estándares diseñados.

El trabajador participará efectivamente en todas las actividades de cuidar el equipo, este involucramiento trae evitar desgastes predecibles, lograr una operación sin errores, una mayor conciencia de la necesidad de trabajar con estándares y el respeto hacia el equipo y su medio. Los estándares incluyen tareas de limpieza, inspección y lubricación. En estos estándares se deben presentar diagramas o esquemas que incluyan, elementos a inspeccionar, puntos donde se podrían presentar problemas en el equipo debido a suciedad, aflojamiento de pernos y lubricación, método de inspección de limpieza, apriete y lubricación, herramienta, tiempo, frecuencia y responsables.

- Paso 4: inspección general orientada. Se pretende identificar tempranamente el deterioro que puede sufrir el equipo con la participación activa del operador. Estas etapas requieren de conocimiento profundo sobre la composición del

equipo, elementos, partes, sistemas, como también sobre el proceso para la intervención del equipo y reconstruir el deterioro identificado. Las inspecciones iniciales las realiza el operador siguiendo las instrucciones de un tutor especialista.

Es importante tener en cuenta preparar el programa de formación para operarios dirigido a lograr un alto conocimiento sobre métodos de inspección, desarrollar el programa de formación empleando la metodología “aprender haciendo”, desarrollo de las primeras inspecciones con tutor, realizar reparaciones e intervenciones livianas con ayuda del tutor, planificar las acciones de reparación y de nuevas revisiones o inspecciones del equipo, para esto es fundamental contar con plan de inspecciones rutinario.

- Paso 5: inspección autónoma. En esta etapa cumple una primera función de conservar los logros alcanzados en las etapas anteriores, posteriormente, la etapa cinco debe conducir a mejorar los estándares y la forma de realizar el trabajo autónomo que se viene realizando.

Se evalúan los estándares de limpieza, lubricación y apriete establecidas en las etapas previas, se mejoran sus métodos y tiempos en base a la experiencia acumulada por el operador. Las principales actividades de esta etapa están relacionadas con el control de los equipos y la calidad de los mismos, condiciones y estado de ellos como de las herramientas. Uno de los aportes significativos del paso cinco consiste en el incremento de la eficiencia de la inspección, al mejorar métodos de trabajo y los estándares utilizados.

El desarrollo de la etapa cinco incluye los siguientes trabajos prácticos:

- 1) Evaluar los procedimientos utilizados hasta el momento en las actividades autónomas. Por ejemplo, los estándares de limpieza, lubricación y apriete.
 - 2) Se analizan los estándares para identificar si se pueden eliminar algunos puntos de inspección de alta fiabilidad, realizar trabajos en paralelo para reducir los tiempos de inspección.
 - 3) Se evalúan los controles visuales que hemos utilizado.
- Paso 6: estandarización. En las etapas anteriores se han realizado actividades de cuidado de las condiciones básicas de los equipos a través de inspecciones de rutina. Esta etapa ya no está tan directamente relacionada con los equipos, sino con los métodos de actuación del personal operativo.

Los siguientes puntos son los objetivos esperados en esta etapa de mantenimiento autónomo:

- 1) Analizar las funciones de los operarios desde el punto de vista de las tareas asignadas, estándares de trabajo, eficiencia con la que se desarrollan, tiempos utilizados y coherencia.
- 2) Desarrollo de acciones para mejorar las acciones de trabajo e inspección y control de los equipos.
- 3) Asegurar que la unidad de criterio entre los diferentes operarios que actúan sobre un mismo equipo en diferentes turnos.

En esta etapa se busca que el equipo humano opere en forma armónica y que no existan desviaciones en su actuación. La etapa seis se debe orientar a eliminar aquellas causas que conducen a la pérdida de eficiencia de mano de obra.

- Etapa 7. Control autónomo total. En las etapas 1 a 6 se logran resultados de mejora tanto en el control de los equipos, y cumplimiento de estándares mejorados de los métodos de trabajo. En la etapa 7 se integra plenamente el proceso de Mantenimiento Autónomo al proceso de dirección general de la compañía o Dirección por Políticas. Se pretende reconocer a la capacidad de autogestión del puesto de trabajo del operador, creando un sentimiento de participación efectiva en el logro de las metas y objetivos de la fábrica y de la empresa. El operario podrá tomar decisiones en el ámbito de su puesto de trabajo, cooperará para el logro de objetivos compartidos, realizará nuevas acciones y se inician en nuevas fronteras de mejora e innovación permanente en la forma de trabajar (La instalación del TPM, 2010).

5.6 NIVEL ESTRATÉGICO

El mejoramiento que debe de realizar la empresa a nivel estratégico, es cambiar los indicadores, debido a que estos en este momento no miden la eficiencia y eficacia de la empresa, además de no poderse comparar con las metas trazadas o con empresas de clase mundial.

Para la implementación de un sistema de información que contenga todos los procesos, procedimientos y recursos involucrados en mantener la organización en funcionamiento, con retroalimentación en su propia producción de información y a

través de generación de información externa a ella, ejerciendo control de los parámetros vitales de la misma.

Es importante tener en cuenta los elementos al momento de implementar un sistema de información, como lo son:

- Procesos y procedimientos.
- Formatos, flujos y logística.
- Controles y mecanismos de seguridad.
- Estrategias, objetivos y políticas.
- HW, redes.
- Internet.
- Datos e información.
- Responsables.

Para implementar nuevos indicadores, se debe de realizar un mejor manejo de la información, debido a que estos indicadores piden que la recolección de los datos obtenidos de los mantenimientos, máquinas, tiempo medio entre fallas, tiempo medio entre reparaciones, tiempo medio para la falla de cada equipo, disponibilidad de equipos, costos de mantenimiento por facturación y costo de mantenimiento por valor de reposición, entre otros, sean lo más fiable posible.

El manejo de la información se realiza por medio de una persona encargada del software, la información básica es organización de servicio, la organización de los clientes, proveedores, terceros, Lay Out, además de una cultura técnica organizacional: Catálogos, actividades, almacén, conceptos de costos, características de los equipos, tipos de fallas, acciones técnicas, fallas, daños, averías, causas efecto. También se deben de tener las fichas técnicas, esquemas de codificación, la hoja de vida de los equipos, despiece de equipos, metodologías, contadores, medidores, estándares de planeación, etc.

Al tener bien manejada la información, con un banco de datos razonable y consistente sobre la empresa se pueden implementar índices de clase mundial con los cuales se pueden tomar decisiones y establecer metas sobre el mantenimiento en la empresa, permitiendo valorar la gestión y operación del mantenimiento.

Movitierra Construcciones S.A. puede establecer como principales índices de clase mundial los siguientes.

- Tiempo medio entre fallas – relación entre el producto del número de ítems por sus tiempos de operación y el número total de fallas detectadas en esos ítems en el periodo observado.
- Tiempo Medio Para Reparación -Relación entre el tiempo total de intervención correctiva en un conjunto de ítems con falla y el número total de fallas detectadas en esos ítems, en el periodo observado.
- Tiempo Medio Para la Falla -Relación entre el tiempo total de operación de un conjunto de ítems no reparables y el número total de fallas detectadas en esos ítems, en el periodo observado.
- Disponibilidad de Equipos -Relación entre la diferencia del número de horas del periodo considerado (horas calendario) con el número de horas de intervención por el personal de mantenimiento (mantenimiento preventivo por tiempo o por estado, mantenimiento correctivo y otros servicios) para cada ítem observado y el número total de horas del periodo considerado.
- Costo de Mantenimiento por Facturación -Relación entre el costo total de mantenimiento y la facturación de la empresa en el periodo considerado.
- Costo de Mantenimiento por el Valor de Reposición -Relación entre el costo total acumulado en el mantenimiento de un determinado equipo y el valor de compra de ese mismo equipo nuevo.

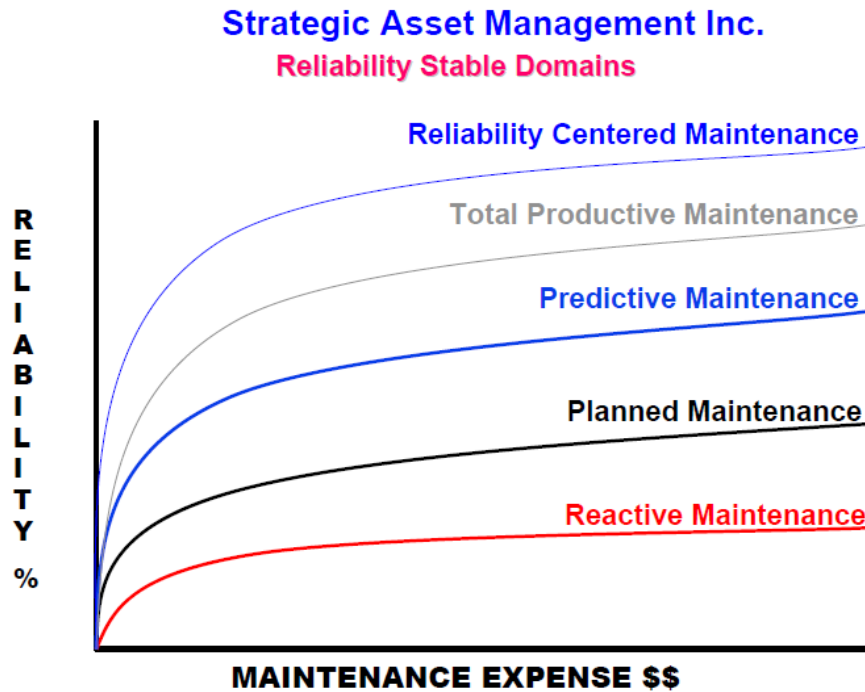
5.7 CONCLUSIONES DE CAPITULO

- La metodología de las 5S es una herramienta con la que la empresa generara orden, limpieza, estandarización y autodisciplina. Se tiene instalaciones de trabajo más limpias y seguras. La distribución y manejo del espacio adecuado teniendo las cosas en su lugar y al alcance para cuando se necesiten, concientizando a la gente de la empresa a tener el lugar de trabajo limpio y ordenado.
- La implementación de mantenimiento predictivo reduce los altos costos de los mantenimientos correctivos, disminuye el inventario de partes en repuestos, debido a un mejor conocimiento del estado de la máquina, además de reducir las ordenes de trabajo y tiempo extra, realizando reparaciones más eficientes, debido a que un equipo nuevo y reparado puede ser cuidadosamente inspeccionado para asegurar la calidad de la reparación y su futuro desempeño, mejorando la disponibilidad, debido a que las máquinas no están condicionadas a trabajar hasta que fallen.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El proyecto realizó un análisis del estado actual de la compañía con respecto al área de mantenimiento, se revisó el capital, recurso humano, recursos naturales, tecnología, planeación, poder de negociación, espacio físico e información manejada. Encontrando fortalezas y debilidades, como poco personal de mantenimiento y capacitaciones, poca planeación de las actividades de mantenimiento, incorrecto manejo de la información, falta de limpieza y orden por parte de los empleados de la empresa, adecuado manejo de las señales de seguridad, espacios físicos aptos y herramienta necesaria para realizar los mantenimientos.
- Se presentan dificultades en el orden y la limpieza de las zonas de trabajo de la empresa, con la implementación de las 5S, se pretende que se reduzca el desorden y la inseguridad por falta de un ambiente limpio, además de implementar orden y limpieza, se tiene que implementar una selección de piezas con su respectiva codificación, estandarización de los procesos y autodisciplina para mantener el lugar de trabajo en condiciones seguras y aptas.
- La empresa al no tener ningún tipo de estandarización, análisis de inventario o software adecuado que maneje el movimiento de repuestos y herramientas, por ende tiene un sobrestocks, los grandes inventarios generan oxidación de partes, vencimiento, costos adicionales de almacenaje, sin tener en cuenta del costo de repuestos de poca rotación y alto costo, que en cantidades innecesarias generan para la empresa un activo que con el tiempo pierde valor al no ser utilizado.
- La empresa ejecuta muchos mantenimientos correctivos y puede implementar predictivos, ya que este cuenta con el estado actual de la maquinaria y puede reducir costos en la realización de los mantenimientos, prolonga la vida útil de la maquina generando mayor disponibilidad y confiabilidad de los equipos. Esto se ve identificado en la siguiente grafica que muestra en el eje Y la confiabilidad y en el eje X los costos de mantenimiento, con la cual se puede inferir que con los mismos costos de mantenimiento pero con una estrategia mejor aplicada como predictivo se puede ver cambios notorios en la confiabilidad de los equipos.

Gráfica 8. Dominio del estado de confiabilidad.



Mantenimiento mundial.

- Como recomendación para la empresa se puede realizar métodos de diagnósticos para generar evaluaciones, auditorias y mediciones del área de mantenimiento, se sugiere el Flash Audit por su facilidad de aplicación. Con el fin de análisis las actividades, los mantenimientos y el manejo del área, para tomar las áreas críticas y priorizar los planes de mejoramiento.
- Los gastos generados por mantenimientos correctivos en la empresa son bastante altos, se pueden rebajar por medio de predictivos, si se reduce las posibilidades de un fallo mientras la máquina esta de trabajo, la empresa puede reducir el costo de la hora hombre trabajada, la hora operario trabajada y el costo de la máquina parada que es de \$ 125.000 hora.
- La empresa cuenta con poco personal debido a que tiene muchas acciones pendientes por realizar, estas reparaciones mas los altos mantenimientos correctivos y las tercerizaciones que debe de realizar la empresa muestra que está generando demasiado atrasando con los mantenimientos por esto es necesario la implementación de gente en el área de mantenimiento.

BIBLIOGRAFÍA

ÁVILA ESPINOSA, Rubén. *Fundamentos del mantenimiento - Guías Económicas, Técnicas y Administrativas*. México: Limusa Grupo Noriega, 1992.

BARLOW, Richard E. *Engineering Reliability*. s.l. : Editorial Board SIAM, 1998. pág. 199. ISBN: 0898714052..

BARRINGER@, H. Paul. 2005. Availability, Reliability, Maintainability, and Capability. *Availability, Reliability, Maintainability, and Capability*. [En línea] 2005. [Citado el: 11 de Noviembre de 2008.] <http://www.barringer1.com/lcc.htm>.

BAUTISTA, E. - Paz, y otros. 2007. *Evolución y desarrollo de la ingeniería mecánica a través de las grandes áreas culturales*. Cusco - Perú : s.n., 2007. Bautista - Trabaja en la División de Ingeniería de Máquinas de la Universidad Politécnica de Madrid de España, su email es ebautista@etsii.upm.es.

BOHAN, William F. 2003. *El poder oculto de la productividad*. Bogotá : Grupo Editorial Norma - Impreso por Imprelibros S.A, 2003. pág. 240. ISBN 958-04-7120-7.

CARIBBEAN, N SQL SYSTEMS y ALADON. 1998. *Introducción a Reliability Centred Maintenance RCM*. 1998.

COLOMBIA, A. 2005. *La Cadena Del Caucho en Colombia: Una mirada Global de su Estructura y Dinámica 1991-2005*. s.l. : Documento de Trabajo, 2005.

DÍAZ MATALOBOS, Angel. 1991. *Gestión de inventario en mantenimiento*. Caracas : IESA, 1991. Vol. 1. 980-217-053-4.

DOYLE, Lawrence. 1980. *Materiales y Procesos de Manufacutra Para Ingenieros*. s.l. : Mc Graw-Hill, 1980. 968-880-118-6.

ESREDA. 2001. *ESReDa Handook on Maintenance management*. [ed.] Reliability & Data ESReDa - European Safety. Primera de 2001. Hevik - Norway : DET NORSKE VERITAS - ESReDa, 2001. pág. 255. Vol. Uno, Idioma Español. ISBN: 82-515-02705.

FLOREZ, Cesar. 1999. *Guia General de Cauchos*. Medellin : Industrias Reflo, 1999.

—. 2009. *Planta Especializada en Recubrimientos de Caucho Con Nucleos Metalicos*. Medellin : s.n., 2009.

Fuentes, Fernando Espinoza. 2008. Aspectos financieros en el mantenimiento. [En línea] 2008. http://ing.utralca.cl/~fespinos/13-APUNTES_%20SOBRE_%20COSTOS_MANTENIMIENTO.pdf.

GROOVER, Mikell. 1999. *Fundamentos de Manufactura Moderna*. s.l. : Prentice Hall, 1999.

KELLY, A y M.J, Harris. 1998. *GESTION DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL*. s.l. : Fundacion Repsol, 1998.

KOUPRIANOV, Alexei. 2007. Wikipedia. [En línea] 9 de 06 de 2007. [Citado el: 29 de 08 de 2009.] <http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Calender.jpg>.

La instalacion del TPM. Hartmann, Edward. 2010. Medellin : s.n., 2010.

LOPEZ, Juan Carlos. 2010. Camacol. [En línea] 2010. <http://www.camacol.org/indice.html>.

MOORE@, Clive. 2001. Maintability, Another Maintenance Improvement Opportunity [revisado Agosto de 2001 por toro y otro]. *TPM ON LINE*. [En línea] 2001. http://www.tpmonline.com/articles_on_total_productive_maintenance/reliability/maintainability.htm.

MORA GUTIERREZ, Alberto - Gutiérrez.. *¿...Será factible medir la gestión gerencial del mantenimiento...? – Universidad EAFIT – Revista Universidad EAFIT Escuela de Administración y Finanzas y Tecnologías*. [ed.] EAFIT. Medellín : Universidad EAFIT, 1990c. págs. 45 - 65. ISSN: 0120-341X.

_____, *Mantenimiento Estratégico para empresas industriales o de servicios*. Segunda. Envigado : AMG, 2007a. pág. 306. ISBN 978-958-3382185.

_____, *Mantenimineto Industrial Efectivo*. Medellin : Coldi, 2009. 9789589890202.

MOUBRAY, John Mitchell. *RCM Reliability Centered Maintenance - Industrial Press Inc*. [ed.] Guilford and Rob Lockhart Biddles Limited. [trad.] Sueiro y

Asociados - Argentina Ellman. Leicestershire: Aladon Limited, 2004. 433p. ISBN 09539603-2-3.

NAKAJIMA, Seiichi, y Otros. *Introducción al TPM Programa Para El Desarrollo*. [trad.] Traducido por Antonio Cuesta Alvarez. Madrid: Editorial Fundación REPSOL Publicaciones e Impreso en Gráficas del Mar, 1991. ISBN: 84-87022-81-2.

OIT-CIUO88. 1988. *CIUO - Clasificación Internacional Uniforme de Ocupaciones*. Ginebra : s.n., 1988.

ORTIZ RAMIREZ, Jairo. *Acciones Predictivas - Pdm*. Medellin: eafit, 2010.
Anonimo. 2008. evisos. [En línea] 2008. <http://www.evisos.com>.

REY SACRISTÁN, Francisco. 1996. *Hacia la excelencia en Mantenimiento*. [ed.] S.L. Tgp Hoshin. Madrid : Tgp Hoshin, S.L., 1996. pág. 411. ISBN 84-87022-21-9.

_____, 2003. *TPM - Mantenimiento Total de la Producción*. [ed.] Fundación Confemetal. Madrid : Fundación Confemetal, 2003. pág. 311. 9788495428493.

REYES RODRIGUEZ, Amira. *El Caucho y La Industria de Llantas en Colombia*. Bogota: s.n., 1971.

RINCON SEPULVEDA, O. *Procesamiento y Tecnología del Caucho*. Bogota: Instituto Colombiano de Reforma Agraria, 1985.

ROJAS ARIAS, Jaime. *Introducción a la confiabilidad*. Bogotá: Universidad de los Andes, 1975. 214P.

SMITH, K. *Modern concepts and methods in maintenance*. USA : s.n., 1998.

SUZUKI, Tokutarō. *TPM En industrias de proceso*. 2010.

TAVARES, Lourival. *Administración Moderna de Mantenimiento*. Brasil : s.n., 2004.

TORO, Julian. 2010. Movitierra S.A. [En línea] 2010. <http://www.movitierra.com/index-tmp.html>.

VILLEGAS, Gustavo. *TPM (Mantenimiento productivo total)*. Medellin: Eafit, 2007.

POSADA, Jhon. *entrevista con el ingeniero mecanico de Movitierra S.A.* Pereira, 20 de 04 de 2010.

POTER. 1999. 1999.

PINILLA, Pablo. *Sistema de informacion en mantenimiento..* Medellin: EAFIT, 2011.

ANEXO A. REPORTE DE COMPRAS.

Página 1 de 100

MOVITIERRA CONSTRUCCIONES S.A.

REPORTE DE COMPRAS

INFORME DEL 2010-01-01 al 2010-12-31, Reporte de todos los proveedores y todos los centros de costo agrupado por costo.

Centro de costo: ALMACEN							
No.	Fecha	Clase	Proveedor	Repuesto	Cantidad	Pago	Valor
3849	2010-02-17	Repuestos	AG CONTINENTAL LITORAL CARIBE S.A.S.	ESLINGA EN CABLE 6*26 ALMA DE ACERO DE 1.1/2**10MT DE LONG. OJOS STANDARD EN LOS	1	30 DIAS	898,995.00
4622	2010-10-13	Aseo	AGROEQUIPOS	MMTO RANA 2 Y EMPAQUETADURAS	1	CONTADO	60,000.00
4622	2010-10-13	Aseo	AGROEQUIPOS	BUJIA GUADAÑA PIZAMO	1	CONTADO	5,000.00
4622	2010-10-13	Aseo	AGROEQUIPOS	MMTO A GUADAÑA IZAMO	1	CONTADO	40,000.00
4622	2010-10-13	Aseo	AGROEQUIPOS	REPARACION Y MMTO RANA 1	1	CONTADO	40,000.00
4695	2010-12-04	Equipos	AGROEQUIPOS	MOTOR BEAVER A165	1	CONTADO	387,931.00
4742	2010-12-22	Servicios	AGROEQUIPOS	MANTENIMIENTO MOTOR HONDA GX 160, INCLUYE CORDEL Y ACEITE	1	30 DIAS	60,000.00
4338	2010-08-09	Otros	ASEQUIN - ASESORIA-SEGURIDAD Y EQUIPOS INDUSTRIALE	CHAQUETA IMPERMEABLE T-S	1	30 DIAS	17,000.00
4338	2010-08-09	Otros	ASEQUIN - ASESORIA-SEGURIDAD Y EQUIPOS INDUSTRIALE	LINEA DE VIDA VERTICAL *20MT COMPLETA	1	30 DIAS	730,000.00
4338	2010-08-09	Otros	ASEQUIN - ASESORIA-SEGURIDAD Y EQUIPOS INDUSTRIALE	ROLLO*500MT CINTA PRECAUCION CAL. 4	2	30 DIAS	48,000.00
4338	2010-08-09	Otros	ASEQUIN - ASESORIA-SEGURIDAD Y EQUIPOS INDUSTRIALE	GUANTE CARNAZA	12	30 DIAS	37,800.00
4338	2010-08-09	Otros	ASEQUIN - ASESORIA-SEGURIDAD Y EQUIPOS INDUSTRIALE	GUANTE VAQUETA INGENIERO	12	30 DIAS	52,800.00
4338	2010-08-09	Otros	ASEQUIN - ASESORIA-SEGURIDAD Y EQUIPOS INDUSTRIALE	GAFAS SEGURIDAD LENTE CLARO ANTIEMPAÑANTE	12	30 DIAS	48,000.00
4338	2010-08-09	Otros	ASEQUIN - ASESORIA-SEGURIDAD Y EQUIPOS INDUSTRIALE	BARBUQUEJO RIGIDO	7	30 DIAS	40,096.00
4338	2010-08-09	Otros	ASEQUIN - ASESORIA-SEGURIDAD Y EQUIPOS INDUSTRIALE	TAPAOIDOS INSERCIÓN SILICONA	12	30 DIAS	18,000.00
4398	2010-08-12	Otros	ASEQUIN - ASESORIA-SEGURIDAD Y EQUIPOS INDUSTRIALE	BOTAS SEGURIDAD NEGRA PVC No. 37	1	30 DIAS	37,000.00
4398	2010-08-12	Otros	ASEQUIN - ASESORIA-SEGURIDAD Y EQUIPOS INDUSTRIALE	BOTIQUIN PORTATIL CAJA PLASTICA	1	30 DIAS	43,000.00

http://127.0.0.1/mas/reportes/reporte_de_compras.php?f_ini=2010-01-01&f_fin=2010-12-31 21/09/2011

4675	2010-11-24	Repuestos	GEDISA COLOMBIANA LTDA.	REVISION Y MANTENIMIENTO MARTILLO NEUMATICO KENT 18R S/N:56867 #5	1	30 DIAS	115,000.00
4214	2010-06-19	Insumos	GM SOLDADURAS Y EQUIPOS S.A.S.	ANRRRESPINGO	1	30 DIAS	18,300.00
4214	2010-06-19	Insumos	GM SOLDADURAS Y EQUIPOS S.A.S.	PUNTA MIG 0.035 BOQUILLA	3	30 DIAS	5,100.00
4214	2010-06-19	Insumos	GM SOLDADURAS Y EQUIPOS S.A.S.	PUNTA MIG. 0.45 BOQUILLA	5	30 DIAS	8,500.00
4524	2010-09-30	Insumos	GM SOLDADURAS Y EQUIPOS S.A.S.	TOBERA TWECO	2	CONTADO	42,000.00
4524	2010-09-30	Insumos	GM SOLDADURAS Y EQUIPOS S.A.S.	PUNTAS DE CONTACTO 0,045	6	CONTADO	11,400.00
4463	2010-09-14	Equipos	GOMEZ VELASQUEZ	TAPA SPIL CONTAINER EN HIERRO ZEPPINI	1	30D	149,600.00
4312	2010-08-02	Herramientas	HOME CENTER	LJA #600	5	30 DIAS	3,880.00
4312	2010-08-02	Herramientas	HOME CENTER	BROCHA	1	30 DIAS	3,362.00
4312	2010-08-02	Herramientas	HOME CENTER	BROCHA SEMIPROFESIONAL	1	30 DIAS	2,500.00
4312	2010-08-02	Herramientas	HOME CENTER	CALIBRADOR PIE DE REY	1	30 DIAS	17,155.00
4312	2010-08-02	Herramientas	HOME CENTER	ACEITADORA BOQUILLA	1	30 DIAS	9,396.55
4435	2010-09-03	Herramientas	HOME CENTER	PUERTA TRIPLEX OKU	1	CONTADO	44,741.00
4435	2010-09-03	Herramientas	HOME CENTER	AMARRE 8M*2PG CO	1	CONTADO	85,259.00
4459	2010-09-09	Repuestos	HOME CENTER	CORREA 27F + RATCHE	1	CONTADO	113,707.00
3760	2010-01-20	Repuestos	HUGO A. WILCHES. Y CIA. LTDA.	PACKING REF 150-30-13442	2	30 DIAS	200,000.00
3760	2010-01-20	Repuestos	HUGO A. WILCHES. Y CIA. LTDA.	ANILLOS REF 07155-00820B	4	30 DIAS	60,000.00
3760	2010-01-20	Repuestos	HUGO A. WILCHES. Y CIA. LTDA.	ORING REF 07000-16235	2	30 DIAS	66,000.00
3743	2010-01-21	Repuestos	HUGO A. WILCHES. Y CIA. LTDA.	SELLO FLOTANTE REF 205-30-00052B	10	30 DIAS	650,000.00
4175	2010-06-09	Repuestos	HUGO A. WILCHES. Y CIA. LTDA.	SELLO FLOTANTE	1	30 DIAS	55,000.00
4220	2010-06-26	Repuestos	HUGO A. WILCHES. Y CIA. LTDA.	SELLO FLOTANTE REF 205-30-00052B	10	30 DIAS	550,000.00
4484	2010-09-09	Repuestos	HUGO A. WILCHES. Y CIA. LTDA.	TORNILLO CIERRA CAIMAN 14X-32-11350	8	30D	160,000.00
4596	2010-10-21	Repuestos	HUGO A. WILCHES. Y CIA. LTDA.	CRUCETA CARDAN COMPLETA REF. 14X-11-111108	1	30D	295,000.00
4205	2010-06-01	Servicios	INGEQUIPOS Y CIA. SCA	INVERSION DE PINES Y BUJES Y RECONSTRUCCION DE CADENAS	2	CONTADO	1,250,000.00
4313	2010-08-02	Repuestos	INGEQUIPOS Y CIA. SCA	SELLOS CADENAS	144	15 DIAS	576,000.00
4393	2010-08-02	Servicios	INGEQUIPOS Y CIA. SCA	INVERSTION PINES Y BUJES Y 2 CADENAS KOMATSU	2	30 dias	1,200,000.00
4091	2010-05-12	Servicios	INTEGRANDO LTDA	RECUPERACION EJE Y RECUPERACION RUEDA	1	CONTADO	730,000.00
4107	2010-05-12	Servicios	INTEGRANDO LTDA	FABRICACION DE ARANDELAS DE EMPACK	6	30 DIAS	30,600.00
4138	2010-05-22	Repuestos	INTEGRANDO LTDA	FABRICACION DE ARANDELAS DE EMPACK	164	30 DIAS	961,040.00
4027	2010-04-14	Herramientas	JORGE IVAN VALDES	PISTOLA NEUMÁTICA DE 3/4	1	CONTADO	400,000.00
4388	2010-08-23	Otros	JOSE GILDARDO HENAO	7	CONTADO	70,000.00	
4196	2010-06-18	Repuestos	KENWORTH DE LA MONTANA	FILTRO COMBUSTIBLE ISK REF FS19765FLG	1	30 DIAS	37,000.00
3736	2010-01-15	Repuestos	LLANTAS E IMPORTACIONES SAGU S.A.	NEUMATICO 12.5/80x18	1	30 DIAS	66,000.00
3736	2010-01-15	Repuestos	LLANTAS E IMPORTACIONES SAGU S.A.	NEUMATICO 18.4/19.5Lx24	1	30 DIAS	160,000.00
3676	2010-01-08	Insumos	LUBRITER R&Q LTDA.	AUTOMOTOR HD 50 GARRAFA	1	30 DIAS	125,602.16
3676	2010-01-08	Insumos	LUBRITER R&Q LTDA.	MAXTER 15W40 C14/SL TAMBOR	1	30 DIAS	1,548,602.60
3676	2010-01-08	Insumos	LUBRITER R&Q LTDA.	HIDRAULICO 10 TAMBOR	1	30 DIAS	1,293,361.92
3708	2010-01-16	Insumos	LUBRITER R&Q LTDA.	MAXTER 15W40 C14/SL TAMBOR	1	30 DIAS	1,548,602.60

http://127.0.0.1/mas/reportes/reporte_de_compras.php?f_ini=2010-01-01&f_fin=2010-12... 21/09/2011

	16		PEREIRA LTDA	X 1 NPT 5000 PSI			
4326	2010-08-03	Repuestos	RETENEDORES Y BALINERAS S.H.	RODILLO JLM REF 104948	2	30 DIAS	84,000.00
4739	2010-12-23	Repuestos	RODRIGUEZ & LONDOÑO S.A.	FILTROS COMBUSTIBLE COMPRESOR REF. 54468178	2	30D	133,200.00
4667	2010-11-30	Repuestos	S & C SOLO CAUCHOS (SEBASTIAN RIAÑO MONTES)	CAUCHOS DE VIBROS P/RANA	4	30 DIAS	68,000.00
4010	2010-03-30	Insumos	SUMINISTRO AUTOMOTRICES E	SUPER LUB	2	30 DIAS	17,172.00
4010	2010-03-30	Insumos	SUMINISTRO AUTOMOTRICES E	LIMPIADOR DE CONTACTO	3	30 DIAS	52,602.00
4010	2010-03-30	Insumos	SUMINISTRO AUTOMOTRICES E	PEGANTE LOTITE	2	30 DIAS	15,344.00
4319	2010-08-03	Herramientas	SUMINISTRO AUTOMOTRICES E	CAJA METALICA PARA HERRAMIENTOA 50CM*20CM*23CM MARCA BIG RED	2	30D	135,172.00
4319	2010-08-03	Herramientas	SUMINISTRO AUTOMOTRICES E	CINCEL 1/2" 6"	1	30D	7,759.00
4319	2010-08-03	Herramientas	SUMINISTRO AUTOMOTRICES E	LIMA PLANA DE 6"	1	30D	4,138.00
4319	2010-08-03	Herramientas	SUMINISTRO AUTOMOTRICES E	LIMA REDONDA 6"	1	30D	4,138.00
4319	2010-08-03	Herramientas	SUMINISTRO AUTOMOTRICES E	JUAGO LLAVES THORS 13 PIEZAS MARCA US TOOLS	1	30D	23,276.00
4319	2010-08-03	Herramientas	SUMINISTRO AUTOMOTRICES E	LLAVE DE TUBO 14" MARCA STANLEY REF.87624	1	30D	48,241.00
4319	2010-08-03	Herramientas	SUMINISTRO AUTOMOTRICES E	LLAVE EXPANSIVA 15" MARCA STANLEY REF 87435	1	30D	66,918.00
4319	2010-08-03	Herramientas	SUMINISTRO AUTOMOTRICES E	MARTILLO DE BOLA 32 OZ MARCA STANLEY REF.87435	1	30D	19,259.00
4319	2010-08-03	Herramientas	SUMINISTRO AUTOMOTRICES E	JUEGO COPAS 3/8 MILIMETRICAS STANLEY REF.86209	1	30D	144,827.00
4319	2010-08-03	Herramientas	SUMINISTRO AUTOMOTRICES E	ALICATE 8" STANLEY REF 84023	1	30D	18,491.00
4319	2010-08-03	Herramientas	SUMINISTRO AUTOMOTRICES E	JUEGO LLAVES MIXTAS 20 PIEZAS MARCA STANLEY REF 85783	1	30D	110,302.00
4378	2010-08-18	Repuestos	SUMINISTRO AUTOMOTRICES E	PINZA PARA PINES CURVA	1	30 DIAS	13,655.00
4378	2010-08-18	Repuestos	SUMINISTRO AUTOMOTRICES E	PINZA PARA PINES RECTA	1	30 DIAS	7,760.00
4609	2010-11-02	Otros	TAPICERIA Y FORROTECA NACIONAL (NELSON RUSSI)	PROTECTOR CINTURONES DE SEGURIDAD	6	30D	60,000.00
4391	2010-08-23	Repuestos	TECNIHIDRAULICOS PEREIRA S.A.A	ORING 110*3MM	5	30 DIAS	20,000.00
3993	2010-04-05	Insumos	TEXDICOL S.A	URSA PREMIUM GREASE 2 1/35	1	30 DIAS	305,316.00
4085	2010-04-28	Insumos	TEXDICOL S.A	URSA PREMIUM GREASE 2 1/35	2	30 DIAS	610,632.00
4440	2010-09-04	Insumos	TEXDICOL S.A	cuñete 5 gl aceite aries 100	1	30d	227,343.00
4547	2010-10-11	Insumos	TEXDICOL S.A	GALONES PRESENTACION CUÑETE TDH OIL	5	30D	243,581.00
4621	2010-11-09	Insumos	TEXDICOL S.A	GALONES PRESENTACION CUÑETE TDH OIL	5	30D	243,581.00
4666	2010-11-30	Insumos	TEXDICOL S.A	CUNETES DE ACEITE TDH OIL	6	30 DIAS	1,461,486.00
4680	2010-12-01	Insumos	TEXDICOL S.A	CUNETE DE 35 LBS GRASA STARPLEX II	1	30D	326,687.00
4579	2010-10-07	Insumos	TOPIPLAS LTDA - PRINCIPAL	FORROS EN CAJA DE 100 UND	100	CONTADO ANTICIADO	60,000.00
4579	2010-10-07	Insumos	TOPIPLAS LTDA - PRINCIPAL	FORROS BANCA	50	CONTADO ANTICIADO	75,000.00
3724	2010-01-21	Repuestos	TORNIPARTES (Mercedes Pelaez Gomez)	ABRAZADERAS TS15	3	30 DIAS	14,796.00
4039	2010-03-19	Repuestos	TORNIPARTES (Mercedes Pelaez Gomez)	MACHUELO DE 18*2.5MM	3	30 DIAS	14,724.00
4188	2010-06-12	Repuestos	TORNIPARTES (Mercedes Pelaez Gomez)	ABRAZADERA PLASTICA	100	30 DIAS	13,200.00
4457	2010-08-27	Repuestos	TORNIPARTES (Mercedes Pelaez Gomez)	tuerca de 3/8 grado 8 para pluma grua	20	30 dias	2,380.00

http://127.0.0.1/mas/reportes/reporte_de_compras.php?f_ini=2010-01-01&f_fin=2010-12-... 21/09/2011

ANEXO B. INFORMES DE MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS.

Página 1 de 3

MOVITIERRA CONSTRUCCIONES S.A.

INFORMES DE MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS REALIZADOS

[Imprimir](#)

Maquina: Todas las maquinas

INFORME DEL 2010-12-31 al 2011-01-31, sistemas intervenidos :Todos

Equipo: BLG-423, Serie: 9GDSJS00VYB520343

FECHA	CONSECUTIVO	HOROMETRO	KILOMETRAJE	FALLA
2011-01-04	2060	0.00	176403.00	BATERIA

CAUSA	VALOR
Desgaste Regular	380383.00

VALOR EQUIPO 380383.00

Equipo: BULLDOZER 10, Serie: 61556

FECHA	CONSECUTIVO	HOROMETRO	KILOMETRAJE	FALLA
2011-01-21	2080	4055.00	0.00	GUAYA

CAUSA	VALOR
Desgaste Regular	749000.00

VALOR EQUIPO 749000.00

Equipo: BULLDOZER 11, Serie: 62605

FECHA	CONSECUTIVO	HOROMETRO	KILOMETRAJE	FALLA
2011-01-17	2091	687.00	0.00	FILTRO

CAUSA	VALOR
Desgaste Regular	9720.00

VALOR EQUIPO 9720.00

Equipo: BULLDOZER 13, Serie: 61508

FECHA	CONSECUTIVO	HOROMETRO	KILOMETRAJE	FALLA
2011-01-25	2086	4312.00	0.00	DAÑO ELECTRICO

CAUSA	VALOR
Desgaste Regular	85000.00

VALOR EQUIPO 85000.00

Equipo: BULLDOZER 18, Serie: 61888

FECHA	CONSECUTIVO	HOROMETRO	KILOMETRAJE	FALLA
2011-01-21	2083	941.00	0.00	RUEDA TENSORA

CAUSA	VALOR
Desgaste Regular	356711.00

VALOR EQUIPO 356711.00

Equipo: BULLDOZER 24, Serie: 67527

FECHA	CONSECUTIVO	HOROMETRO	KILOMETRAJE	FALLA
2011-01-26	2092	6767.00	0.00	FILTRO

CAUSA	VALOR
Desgaste Regular	61622.00

VALOR EQUIPO 61622.00

Equipo: BULLDOZER 25, Serie: 67396

FECHA	CONSECUTIVO	HOROMETRO	KILOMETRAJE	FALLA
2011-01-14	2076	6045.00	0.00	SWITCH

CAUSA	VALOR
Desgaste Regular	428901.00

VALOR EQUIPO 428901.00

Equipo: BULLDOZER 26, Serie: 67534

FECHA	CONSECUTIVO	HOROMETRO	KILOMETRAJE	FALLA
2011-01-18	2077	3337.00	0.00	TORNILLO

CAUSA	VALOR
Desgaste Regular	75621.00

VALOR EQUIPO 75621.00

Equipo: CANGURO 01, Serie: 76100074

FECHA	CONSECUTIVO	HOROMETRO	KILOMETRAJE	FALLA
2011-01-11	2067	1.00	0.00	CAMBIO MOTOR

CAUSA	VALOR
Desgaste Regular	347900.00

VALOR EQUIPO 347900.00

Equipo: CANGURO 02, Serie: 76100629

FECHA	CONSECUTIVO	HOROMETRO	KILOMETRAJE	FALLA
2011-01-11	2068	1.00	0.00	CAMBIO DE MOTOR

CAUSA	VALOR
Desgaste Regular	347900.00

VALOR EQUIPO 347900.00

Equipo: CMI-595, Serie: 8LBETF1E450000178

http://127.0.0.1/mas/reportes/mtos_correctivos.php?f_ini=2010-12-31&f_fin=2011-01-31... 18/04/2011

FECHA	CONSECUTIVO	HOROMETRO	KILOMETRAJE	FALLA	CAUSA	VALOR
2011-01-11	2063	0.00	143252.00	MONITOREO	Evaluacion	75494.00
VALOR EQUIPO 75494.00						
Equipo: COMPAC. DE LLANTAS 4, Serie: 52015						
FECHA	CONSECUTIVO	HOROMETRO	KILOMETRAJE	FALLA	CAUSA	VALOR
2011-01-14	2075	1185.00	0.00	DAÑO DE CORREAS	Desgaste Regular	429954.00
VALOR EQUIPO 429954.00						
Equipo: COMPRESOR 06, Serie: 354965UCP820						
FECHA	CONSECUTIVO	HOROMETRO	KILOMETRAJE	FALLA	CAUSA	VALOR
2011-01-25	2087	1985.00	0.00	TANQUE	Desgaste Regular	64825.00
VALOR EQUIPO 64825.00						
Equipo: CZG-421, Serie: 2A4GM68X08R616008						
FECHA	CONSECUTIVO	HOROMETRO	KILOMETRAJE	FALLA	CAUSA	VALOR
2011-01-14	2073	0.00	67676.00	LÍQUIDOS	Desgaste Regular	229942.00
VALOR EQUIPO 229942.00						
Equipo: PEK-715, Serie: TS96303102						
FECHA	CONSECUTIVO	HOROMETRO	KILOMETRAJE	FALLA	CAUSA	VALOR
2011-01-25	2085	0.00	308636.00	CRUCETA	Desgaste Regular	243000.00
VALOR EQUIPO 243000.00						
Equipo: PERFORADORA 01, Serie: 1VR6180T281000202						
FECHA	CONSECUTIVO	HOROMETRO	KILOMETRAJE	FALLA	CAUSA	VALOR
2011-01-25	2088	0.00	0.00	TRPTE.	Desgaste Regular	170000.00
VALOR EQUIPO 170000.00						
Equipo: PES-366, Serie: JN1VDZR50Z0010123						
FECHA	CONSECUTIVO	HOROMETRO	KILOMETRAJE	FALLA	CAUSA	VALOR
2011-01-11	2069	0.00	175590.00	CAMBIO DE BATERIA	Desgaste Regular	262950.00
VALOR EQUIPO 262950.00						
Equipo: PEW034, Serie: 9FBC066055L810565						
FECHA	CONSECUTIVO	HOROMETRO	KILOMETRAJE	FALLA	CAUSA	VALOR
2011-01-06	2062	0.00	72000.00	EMPAQUE	Desgaste Regular	152000.00
VALOR EQUIPO 152000.00						
Equipo: PFM-713, Serie: JDAJ2110G001084840						
FECHA	CONSECUTIVO	HOROMETRO	KILOMETRAJE	FALLA	CAUSA	VALOR
2011-01-11	2066	0.00	24874.00	FILTRO	Desgaste Regular	41346.00
VALOR EQUIPO 41346.00						
Equipo: RETRO 14, Serie: LLU2411						
FECHA	CONSECUTIVO	HOROMETRO	KILOMETRAJE	FALLA	CAUSA	VALOR
2011-01-14	2072	14096.00	0.00	SPROCKET	Desgaste Regular	2533724.54
VALOR EQUIPO 2533724.54						
Equipo: RETRO 21, Serie: 6XN04106						
FECHA	CONSECUTIVO	HOROMETRO	KILOMETRAJE	FALLA	CAUSA	VALOR
2011-01-21	2081	2983.00	0.00	VALDE	Evaluacion	341521.00
VALOR EQUIPO 341521.00						
Equipo: RETRO 48, Serie: YN09-36338						
FECHA	CONSECUTIVO	HOROMETRO	KILOMETRAJE	FALLA	CAUSA	VALOR
2011-01-21	2084	2812.00	0.00	RUEDA TENSORA	Desgaste Regular	331200.00
VALOR EQUIPO 331200.00						
Equipo: RETRO 52, Serie: 104001						
FECHA	CONSECUTIVO	HOROMETRO	KILOMETRAJE	FALLA	CAUSA	VALOR

2011-01-14	2074	2611.00	0.00	MANGUERA	Desgaste Regular	203778.00	
Equipo: RETRO 54, Serie: FPK01077							
FECHA	CONSECUTIVO HOROMETRO KILOMETRAJE FALLA					CAUSA	VALOR
2011-01-28	2089	5556.00	0.00	BATERIA	Desgaste Regular	616315.00	
VALOR EQUIPO 616315.00							
Equipo: RETRO 57, Serie: 8ZK03299							
FECHA	CONSECUTIVO HOROMETRO KILOMETRAJE FALLA					CAUSA	VALOR
2011-01-21	2082	46.00	0.00	BASES GATOS	Desgaste Regular	1748026.00	
VALOR EQUIPO 1748026.00							
Equipo: RETRO 58, Serie: K34793							
FECHA	CONSECUTIVO HOROMETRO KILOMETRAJE FALLA					CAUSA	VALOR
2011-01-13	2071	7703.00	0.00	MANGUERA	Desgaste Regular	1033985.00	
VALOR EQUIPO 1033985.00							
Equipo: VIBRO 13, Serie: 4JL00237							
FECHA	CONSECUTIVO HOROMETRO KILOMETRAJE FALLA					CAUSA	VALOR
2011-01-05	2061	8103.00	0.00	SWICH	Desgaste Regular	590000.00	
VALOR EQUIPO 590000.00							
Equipo: VIBRO 14, Serie: G2213							
FECHA	CONSECUTIVO HOROMETRO KILOMETRAJE FALLA					CAUSA	VALOR
2011-01-12	2070	37.00	0.00	ARRANQUE	Desgaste Regular	25000.00	
VALOR EQUIPO 25000.00							
Equipo: VIBRO 16, Serie: 159663							
FECHA	CONSECUTIVO HOROMETRO KILOMETRAJE FALLA					CAUSA	VALOR
2011-01-19	2079	2901.00	0.00	TRPTE	Desgaste Regular	160000.00	
VALOR EQUIPO 160000.00							
Equipo: VIBRO 17, Serie: 157356							
FECHA	CONSECUTIVO HOROMETRO KILOMETRAJE FALLA					CAUSA	VALOR
2011-01-03	2058	1016.00	0.00	SELLO GATOS	Desgaste Regular	880000.00	
VALOR EQUIPO 880000.00							
Equipo: WHH-297, Serie: T45-9806008							
FECHA	CONSECUTIVO HOROMETRO KILOMETRAJE FALLA					CAUSA	VALOR
2011-01-11	2065	0.00	426891.00	MONITOREO	Desgaste Regular	90666.00	
VALOR EQUIPO 90666.00							
Equipo: WHN-082, Serie: 232173							
FECHA	CONSECUTIVO HOROMETRO KILOMETRAJE FALLA					CAUSA	VALOR
2011-01-11	2064	0.00	70410.00	MONITOREO	Desgaste Regular	55666.00	
VALOR EQUIPO 55666.00							
VALOR TOTAL						13122150.54	

Imprimir

MOVITIERRA CONSTRUCCIONES S.A.

INFORMES DE MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS REALIZADOS

Imprimir

Maquina: Todas las maquinas

INFORME DEL 2011-02-01 al 2011-02-28, sistemas intervenidos :Todos

Equipo: **BLG-423, Serie: 9GDSJS00VYB520343**

FECHA	CONSECUTIVO	HOROMETRO	KILOMETRAJE	FALLA
2011-02-10	2095	0.00	177322.00	MONITOREO

CAUSA	VALOR
Desgaste Regular	55666.00

VALOR EQUIPO 55666.00

Equipo: **BULLDOZER 10, Serie: 61556**

FECHA	CONSECUTIVO	HOROMETRO	KILOMETRAJE	FALLA
2011-02-14	2107	4106.00	0.00	ORING

CAUSA	VALOR
Desgaste Regular	3312270.00

VALOR EQUIPO 3312270.00

Equipo: **BULLDOZER 11, Serie: 62605**

FECHA	CONSECUTIVO	HOROMETRO	KILOMETRAJE	FALLA
2011-02-19	2115	774.00	0.00	TORNILLOS

CAUSA	VALOR
Desgaste Regular	107792.00

VALOR EQUIPO 107792.00

Equipo: **BULLDOZER 13, Serie: 61508**

FECHA	CONSECUTIVO	HOROMETRO	KILOMETRAJE	FALLA
2011-02-14	2105	4457.00	0.00	MOTOR DE AARANQUE

CAUSA	VALOR
Desgaste Regular	251724.13

VALOR EQUIPO 251724.13

Equipo: **BULLDOZER 15, Serie: 63344**

FECHA	CONSECUTIVO	HOROMETRO	KILOMETRAJE	FALLA
2011-02-10	2099	2064.00	0.00	RANURA PIN

CAUSA	VALOR
Desgaste Regular	20000.00

VALOR EQUIPO 20000.00

Equipo: **BULLDOZER 18, Serie: 61888**

FECHA	CONSECUTIVO	HOROMETRO	KILOMETRAJE	FALLA
2011-02-14	2106	994.00	0.00	TORNILLOS

CAUSA	VALOR
Desgaste Regular	890800.00

VALOR EQUIPO 890800.00

Equipo: **BULLDOZER 25, Serie: 67396**

FECHA	CONSECUTIVO	HOROMETRO	KILOMETRAJE	FALLA
2011-02-19	2113	6351.00	0.00	FILTROS

CAUSA	VALOR
Desgaste Regular	442516.00

VALOR EQUIPO 442516.00

Equipo: **BULLDOZER 26, Serie: 67534**

FECHA	CONSECUTIVO	HOROMETRO	KILOMETRAJE	FALLA
2011-02-17	2111	3437.00	0.00	CARRILES

CAUSA	VALOR
Desgaste Regular	844885.00

VALOR EQUIPO 844885.00

Equipo: **CARGADOR 03, Serie: MJH02817**

FECHA	CONSECUTIVO	HOROMETRO	KILOMETRAJE	FALLA
2011-02-03	2090	8.00	0.00	ARRANQUE

CAUSA	VALOR
Desgaste Regular	692217.00

VALOR EQUIPO 692217.00

Equipo: **CMI-595, Serie: 8LBETF1E450000178**

FECHA	CONSECUTIVO	HOROMETRO	KILOMETRAJE	FALLA
2011-02-10	2096	0.00	144284.00	MONITOREO

CAUSA	VALOR
Evaluacion	55666.00

VALOR EQUIPO 55666.00

Equipo: **COMPAC. DE LLANTAS 4, Serie: 52015**

FECHA	CONSECUTIVO	HOROMETRO	KILOMETRAJE	FALLA	CAUSA	VALOR
2011-02-10	2103	1236.00	0.00	BASE DE COMPRESOR	Desgaste Regular	70000.00
VALOR EQUIPO 70000.00						
Equipo: MOTONIVELADORA 4, Serie: 552327						
2011-02-14	2108	10478.00	0.00	TORNILLOS	Evaluacion	90000.00
VALOR EQUIPO 90000.00						
Equipo: PERFORADORA 01, Serie: 1VR6180T281000202						
2011-02-15	2109	1905.00	0.00	ACOPLE	Desgaste Regular	72328.00
VALOR EQUIPO 72328.00						
Equipo: PES-366, Serie: JN1VDZR50Z0010123						
2011-02-19	2114	0.00	178001.00	DISCOS	Desgaste Regular	588000.00
VALOR EQUIPO 588000.00						
Equipo: RETRO 14, Serie: LLU2411						
2011-02-17	2112	14096.00	0.00	PERNOS	Desgaste Regular	150000.00
VALOR EQUIPO 150000.00						
Equipo: RETRO 21, Serie: 6XN04106						
2011-02-10	2101	2987.00	0.00	TAPON PASADORES	Desgaste Irregular	860381.00
VALOR EQUIPO 860381.00						
Equipo: RETRO 48, Serie: YN09-36338						
2011-02-08	2093	2820.00	0.00	LAMINA	Desgaste Regular	217660.00
VALOR EQUIPO 217660.00						
Equipo: RETRO 52, Serie: 104001						
2011-02-08	2094	2657.00	0.00	PLATINA	Desgaste Regular	43793.00
VALOR EQUIPO 43793.00						
Equipo: RETRO 57, Serie: 8ZK03299						
2011-02-10	2104	46.00	0.00	BASES PASADORES	Desgaste Regular	2862750.00
VALOR EQUIPO 2862750.00						
Equipo: RETRO 58, Serie: K34793						
2011-02-17	2110	7703.00	0.00	ANILLO	Desgaste Regular	40000.00
VALOR EQUIPO 40000.00						
Equipo: RETRO 59, Serie: DMA05099						
2011-02-21	2116	1829.00	0.00	DAÑO DE LAMINA	Desgaste Regular	2120684.00
VALOR EQUIPO 2120684.00						
Equipo: VIBRO 14, Serie: G2213						
2011-02-10	2100	37.00	0.00	ROSCA SOPORTE	Desgaste Regular	10000.00
VALOR EQUIPO 10000.00						
Equipo: VIBRO 17, Serie: 157356						
FECHA	CONSECUTIVO	HOROMETRO	KILOMETRAJE	FALLA	CAUSA	VALOR

2011-02-10	2102	1017.00	0.00	ROTULAS GATOS	Desgaste Regular45000.00
------------	------	---------	------	---------------	--------------------------

VALOR EQUIPO 45000.00

Equipo: WHH-297, Serie: T45-9806008

FECHA	CONSECUTIVO	HOROMETRO	KILOMETRAJE	FALLA	CAUSA	VALOR
2011-02-10	2098	0.00	428098.00	MONITOREO	Desgaste Regular	226666.00

VALOR EQUIPO 226666.00

Equipo: WHN-082, Serie: 232173

FECHA	CONSECUTIVO	HOROMETRO	KILOMETRAJE	FALLA	CAUSA	VALOR
2011-02-10	2097	0.00	71433.00	MONITOREO	Desgaste Regular	55666.00

VALOR EQUIPO 55666

VALOR TOTAL 14126464.13

Imprimir

MOVITIERRA CONSTRUCCIONES S.A.

INFORMES DE MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS REALIZADOS

Imprimir

Maquina: Todas las maquinas

INFORME DEL 2011-03-01 al 2011-03-31, sistemas intervenidos :Todos

Equipo: **BLG-423, Serie: 9GDSJS00VYB520343**

FECHA	CONSECUTIVO	HOROMETRO	KILOMETRAJE	FALLA	CAUSA	VALOR
2011-03-11	2130	0.00	178238.00	MONITOREO	Desgaste Regular	65666.00

VALOR EQUIPO 65666.00Equipo: **BULLDOZER 10, Serie: 61556**

FECHA	CONSECUTIVO	HOROMETRO	KILOMETRAJE	FALLA	CAUSA	VALOR
2011-03-10	2124	4127.00	0.00	CAMBIO DE FILTROS	Desgaste Regular	397008.00

VALOR EQUIPO 397008.00Equipo: **BULLDOZER 11, Serie: 62605**

FECHA	CONSECUTIVO	HOROMETRO	KILOMETRAJE	FALLA	CAUSA	VALOR
2011-03-10	2126	774.00	0.00	CAMBIO FILTROS	Desgaste Regular	5640223.00

VALOR EQUIPO 5640223.00Equipo: **BULLDOZER 13, Serie: 61508**

FECHA	CONSECUTIVO	HOROMETRO	KILOMETRAJE	FALLA	CAUSA	VALOR
2011-03-10	2123	4541.00	0.00	CAMBIO DE FILTRO	Desgaste Regular	1310124.00

VALOR EQUIPO 1310124.00Equipo: **BULLDOZER 15, Serie: 63344**

FECHA	CONSECUTIVO	HOROMETRO	KILOMETRAJE	FALLA	CAUSA	VALOR
2011-03-23	2136	2134.00	0.00	FILTRO	Desgaste Regular	151907.00

VALOR EQUIPO 151907.00Equipo: **BULLDOZER 18, Serie: 61888**

FECHA	CONSECUTIVO	HOROMETRO	KILOMETRAJE	FALLA	CAUSA	VALOR
2011-03-17	2134	1098.00	0.00	MANGUERAS	Desgaste Regular	255359.00

VALOR EQUIPO 255359.00Equipo: **BULLDOZER 25, Serie: 67396**

FECHA	CONSECUTIVO	HOROMETRO	KILOMETRAJE	FALLA	CAUSA	VALOR
2011-03-10	2119	6377.00	0.00	CAMBIO DE FILTRO	Desgaste Regular	243909.00

VALOR EQUIPO 243909.00Equipo: **CARGADOR 03, Serie: MJH02817**

FECHA	CONSECUTIVO	HOROMETRO	KILOMETRAJE	FALLA	CAUSA	VALOR
2011-03-10	2125	184.00	0.00	CAMBIO DE FILTRO	Desgaste Regular	43758.00

VALOR EQUIPO 43758.00Equipo: **CMI-595, Serie: 8LBETF1E450000178**

FECHA	CONSECUTIVO	HOROMETRO	KILOMETRAJE	FALLA	CAUSA	VALOR
2011-03-10	2127	0.00	146994.00	CAMBIO DE FILTRO	Evaluacion	64004.00

VALOR EQUIPO 64004.00Equipo: **COMPAC. DE LLANTAS 4, Serie: 52015**

FECHA	CONSECUTIVO	HOROMETRO	KILOMETRAJE	FALLA	CAUSA	VALOR
2011-03-10	2122	1236.00	0.00	CAMBIO DE FILTRO	Desgaste Regular	5778.00

VALOR EQUIPO 5778.00Equipo: **CZG-421, Serie: 2A4GM68X08R616008**

http://127.0.0.1/mas/reportes/mtos_correctivos.php?f_ini=2011-03-01&f_fin=2011-03-31... 18/04/2011

FECHA	CONSECUTIVO	HOROMETRO	KILOMETRAJE	FALLA	CAUSA	VALOR
2011-03-03	2118	0.00	71904.00	FAROLA	Desgaste Regular	2252240.00
						VALOR EQUIPO 2252240.00
Equipo: MOTONIVELADORA 4, Serie: 552327						
FECHA	CONSECUTIVO	HOROMETRO	KILOMETRAJE	FALLA	CAUSA	VALOR
2011-03-24	2137	10714.00	0.00	DIENTES Y BASES	Evaluacion	190000.00
						VALOR EQUIPO 190000.00
Equipo: PEK-715, Serie: TS96303102						
FECHA	CONSECUTIVO	HOROMETRO	KILOMETRAJE	FALLA	CAUSA	VALOR
2011-03-24	2138	0.00	311054.00	CONVERSION	Desgaste Regular	134655.00
						VALOR EQUIPO 134655.00
Equipo: RETRO 14, Serie: LLU2411						
FECHA	CONSECUTIVO	HOROMETRO	KILOMETRAJE	FALLA	CAUSA	VALOR
2011-03-03	2117	14096.00	0.00	MANGUERA	Desgaste Regular	45316.00
						VALOR EQUIPO 45316.00
Equipo: RETRO 21, Serie: 6XN04106						
FECHA	CONSECUTIVO	HOROMETRO	KILOMETRAJE	FALLA	CAUSA	VALOR
2011-03-10	2128	3122.00	0.00	CAMBIO DE FILTRO	Desgaste Irregular	141398.00
						VALOR EQUIPO 141398.00
Equipo: RETRO 52, Serie: 104001						
FECHA	CONSECUTIVO	HOROMETRO	KILOMETRAJE	FALLA	CAUSA	VALOR
2011-03-25	2140	7440.00	0.00	SOPORTES	Desgaste Regular	22000.00
						VALOR EQUIPO 22000.00
Equipo: RETRO 54, Serie: FPK01077						
FECHA	CONSECUTIVO	HOROMETRO	KILOMETRAJE	FALLA	CAUSA	VALOR
2011-03-14	2133	5631.00	0.00	DAÑO DIENTES	Desgaste Regular	156000.00
						VALOR EQUIPO 156000.00
Equipo: RETRO 56, Serie: YQJ0151						
FECHA	CONSECUTIVO	HOROMETRO	KILOMETRAJE	FALLA	CAUSA	VALOR
2011-03-14	2132	7440.00	0.00	SILENCIADOR	Desgaste Regular	399000.00
						VALOR EQUIPO 399000.00
Equipo: Soldador Diesel 2 Lincoln, Serie: K1727-2 11275 U1060118125						
FECHA	CONSECUTIVO	HOROMETRO	KILOMETRAJE	FALLA	CAUSA	VALOR
2011-03-10	2120	1117.00	0.00	CAMBIO DE FILTROS	Desgaste Regular	33821.00
						VALOR EQUIPO 33821.00
Equipo: VDW-442, Serie: 8LBDTF7L160000609						
FECHA	CONSECUTIVO	HOROMETRO	KILOMETRAJE	FALLA	CAUSA	VALOR
2011-03-29	2141	0.00	179846.00	PROPULSOR	Desgaste Regular	497688.85
						VALOR EQUIPO 497688.85
Equipo: VIBRO 14, Serie: G2213						
FECHA	CONSECUTIVO	HOROMETRO	KILOMETRAJE	FALLA	CAUSA	VALOR
2011-03-10	2121	3.00	0.00	CAMBIO DE FILTRO	Desgaste Regular	20304.00
						VALOR EQUIPO 20304.00
Equipo: VIBRO 16, Serie: 159663						
FECHA	CONSECUTIVO	HOROMETRO	KILOMETRAJE	FALLA	CAUSA	VALOR
2011-03-25	2139	3004.00	0.00	SWITCH	Desgaste Regular	25862.00
						VALOR EQUIPO 25862.00
Equipo: VIBRO 18, Serie: 64221166						
FECHA	CONSECUTIVO	HOROMETRO	KILOMETRAJE	FALLA	CAUSA	VALOR

2011-03-17 2135 3311.00 0.00 filtros

Desgaste Regular 264511.00

VALOR EQUIPO 264511.00

Equipo: WHH-297, Serie: T45-9806008

FECHA CONSECUTIVO HOROMETRO KILOMETRAJE FALLA
 2011-03-11 2129 0.00 429031.00 MONITOREO

CAUSA VALOR

Desgaste Regular 131858.00

VALOR EQUIPO 131858.00

Equipo: WHN-082, Serie: 232173

FECHA CONSECUTIVO HOROMETRO KILOMETRAJE FALLA
 2011-03-11 2131 0.00 72280.00 MONITOREO

CAUSA VALOR

Desgaste Regular 614873.00

VALOR EQUIPO 614873

VALOR TOTAL 13107262.85

Imprimir

ANEXO C. PLANOS DE LUBRICACIÓN.

Mto preventivo # : _____ Formato: FO-MM-69 VERSION 02

 <p>MOVITIERRA S.A.</p>	<p>PLANO DE LUBRICACION A</p>	<p>FECHA: 2011-04-18</p>
---	-----------------------------------	--------------------------

Empresa: MOVITIERRA CONSTRUCCIONES S.A.

Operador: ALDEMAR ZAPATA Obra: _____

Equipo: BULLDOZER 10	Marca: KOMATSU	Modelo: D65EX-12
N. Serie: 61556	N. Motor 67997	Horometro: _____

ACEITES				
COMPARTIMIENTOS	LUBRICANTES	CAPACIDAD GALONES	SERVICIOS	
			CAMBIO	NIVEL
DAMPER	SAE 30	0.45		X
MANDOS FINALES LD	SAE 30	6.30		X
MANDOS FINALES LI	SAE 30	6.30		X
MORDAZA RUEDA TENSORA	SAE 30	0.04		X
MOTOR	15W40	11.60	X	
SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	ADITIVO	15.40		X
SISTEMA HIDRÁULICO	SAE 10W	14.00		X
TANQUE DE COMBUSTIBLE	ACPM	108.20		X
TRANSMISIÓN (Incluida caja convertidor de torsión)	SAE 30	16.00		X

FILTROS					
COMPARTIMIENTOS	REFERENCIA ORIGINAL	REFERENCIA EQUIVALENTE	SERVICIOS		
			CANT	CAMB	LIMP
FILTRO DE AGUA	600-411-1150	BW5071	1		X
FILTRO DE AIRE EXTERNO	600-181-4300	PA1885	1		X
FILTRO DE AIRE INTERNO	6128-81-7032	PA1893	1		X
FILTRO DE COMBUSTIBLE	600-311-8292	BF970	1	X	
FILTRO DE TRANSMISIÓN	07063-01054	PT516	1	X	
FILTRO HIDRÁULICO	07063-01100	PT539	1		X
FILTRO LUBRICANTE DEL MOTOR	600-211-1230	(LF670/B196)	1	X	

OTROS		
SERVICIOS	SERVICIOS	
	SI	NO
BATERÍA	X	
LUBRICAR CRUCETAS DE CARDAN	X	
PUNTOS DE ENGRASE	X	
RADIADOR DE AGUA	X	
TANQUES DE AIRE Y COMBUSTIBLE	X	

SERVICIO EJECUTADO POR: CONTROLADOR Vo.Bo. SECTOR EQUIPOS		
Firma: _____	Firma: _____	Firma: _____
Fecha: _____	Fecha: _____	Fecha: _____

Mto preventivo # :

Formato: FO-MM-69 VERSION 02

	PLANO DE LUBRICACION A1	FECHA: 2011-04-18
---	------------------------------------	--------------------------

Empresa: MOVITIERRA CONSTRUCCIONES S.A.

Operador: ALDEMAR ZAPATA

Obra:

Equipo: BULLDOZER 10

Marca: KOMATSU

Modelo: D65EX-12

N. Serie: 61556

N. Motor 67997

Horometro:

ACEITES

COMPARTIMENTOS	LUBRICANTES	CAPACIDAD GALONES	SERVICIOS	
			CAMBIO	NIVEL
DAMPER	SAE 30	0.45		X
MANDOS FINALES LD	SAE 30	6.30		X
MANDOS FINALES LI	SAE 30	6.30		X
MORDAZA RUEDA TENSORA	SAE 30	0.04		X
MOTOR	15W40	11.60	X	
SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	ADITIVO	15.40		X
SISTEMA HIDRAULICO	SAE 10W	14.00		X
TANQUE DE COMBUSTIBLE	ACPM	108.20		X
TRANSMISION (Incluida caja convertidor de torsión)	SAE 30	16.00		X

FILTROS

COMPARTIMENTOS	REFERENCIA ORIGINAL	REFERENCIA EQUIVALENTE	SERVICIOS		
			CANT	CAMB	LIMP
FILTRO DE AGUA	600-411-1150	BW5071	1		X
FILTRO DE AIRE EXTERNO	600-181-4300	PA1885	1		X
FILTRO DE AIRE INTERNO	6128-81-7032	PA1893	1		X
FILTRO DE COMBUSTIBLE	600-311-8292	BF970	1	X	
FILTRO DE TRANSMISION	07063-01054	PT516	1	X	
FILTRO HIDRAULICO	07063-01100	PT539	1		X
FILTRO LUBRICANTE DEL MOTOR	600-211-1230	(LF670/B196)	1	X	

OTROS

SERVICIOS	SERVICIOS	
	SI	NO
BATERIA	X	
LUBRICAR CRUCETAS DE CARDAN	X	
PUNTOS DE ENGRASE	X	
RADIADOR DE AGUA	X	
TANQUES DE AIRE Y COMBUSTIBLE	X	

SERVICIO EJECUTADO POR: CONTROLADOR Vo.Bo. SECTOR EQUIPOS

Firma:

Firma:


Firma:

Fecha:

Fecha:

Fecha:

Mto preventivo #: Formato: FO-MM-69 VERSION 02

	PLANO DE LUBRICACION B	FECHA: 2011-04-18
---	---------------------------	-------------------

Empresa: MOVITIERRA CONSTRUCCIONES S.A.

Operador: ALDEMAR ZAPATA Obra:

Equipo: BULLDOZER 10	Marca: KOMATSU	Modelo: D65EX-12
N. Serie: 61556	N. Motor 67997	Horometro:

ACEITES				
COMPARTIMIENTOS	LUBRICANTES	CAPACIDAD GALONES	SERVICIOS	
			CAMBIO	NIVEL
DAMPER	SAE 30	0.45		X
MANDOS FINALES LD	SAE 30	6.30	X	
MANDOS FINALES LI	SAE 30	6.30	X	
MORDAZA RUEDA TENSORA	SAE 30	0.04		X
MOTOR	15W40	11.60	X	
SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	ADITIVO	15.40		X
SISTEMA HIDRÁULICO	SAE 10W	14.00		X
TANQUE DE COMBUSTIBLE	ACPM	108.20		X
TRANSMISIÓN (Incluida caja convertidor de torsión)	SAE 30	16.00		X


FILTROS					
COMPARTIMIENTOS	REFERENCIA ORIGINAL	REFERENCIA EQUIVALENTE	SERVICIOS		
			CANT	CAMB	LIMP
FILTRO DE AGUA	600-411-1150	BW5071	1		X
FILTRO DE AIRE EXTERNO	600-181-4300	PA1885	1	X	
FILTRO DE AIRE INTERNO	6128-81-7032	PA1893	1	X	
FILTRO DE COMBUSTIBLE	600-311-8292	BF970	1	X	
FILTRO DE TRANSMISIÓN	07063-01054	PT516	1	X	
FILTRO HIDRÁULICO	07063-01100	PT539	1		X
FILTRO LUBRICANTE DEL MOTOR	600-211-1230	(LF670/B196)	1	X	

OTROS		
SERVICIOS	SERVICIOS	
	SI	NO
BATERÍA	X	
LUBRICAR CRUCETAS DE CARDAN	X	
PUNTOS DE ENGRASE	X	
RADIADOR DE AGUA	X	
TANQUES DE AIRE Y COMBUSTIBLE	X	

SERVICIO EJECUTADO POR:	CONTROLADOR	Vo.Bo. SECTOR EQUIPOS
Firma:	Firma:	Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:

Mto preventivo # :

Formato: FO-MM-69 VERSION 02

 MOVITIERRA S.A.	PLANO DE LUBRICACION C	FECHA: 2011-04-18
---	---	--------------------------

Empresa: MOVITIERRA CONSTRUCCIONES S.A.

Operador: ALDEMAR ZAPATA

Obra:

Equipo: BULLDOZER 10

Marca: KOMATSU

Modelo: D65EX-12

N. Serie: 61556

N. Motor 67997

Horometro:

ACEITES				
COMPARTIMENTOS	LUBRICANTES	CAPACIDAD GALONES	SERVICIOS	
			CAMBIO	NIVEL
DAMPER	SAE 30	0.45	X	
MANDOS FINALES LD	SAE 30	6.30	X	
MANDOS FINALES LI	SAE 30	6.30	X	
MORDAZA RUEDA TENSORA	SAE 30	0.04	X	
MOTOR	15W40	11.60	X	
SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	ADITIVO	15.40		X
SISTEMA HIDRÁULICO	SAE 10W	14.00	X	
TANQUE DE COMBUSTIBLE	ACPM	108.20		X
TRANSMISIÓN (Incluída caja convertidor de torsión)	SAE 30	16.00	X	

FILTROS					
COMPARTIMENTOS	REFERENCIA ORIGINAL	REFERENCIA EQUIVALENTE	SERVICIOS		
			CANT	CAMB	LIMP
FILTRO DE AGUA	600-411-1150	BW5071	1	X	
FILTRO DE AIRE EXTERNO	600-181-4300	PA1885	1	X	
FILTRO DE AIRE INTERNO	6128-81-7032	PA1893	1	X	
FILTRO DE COMBUSTIBLE	600-311-8292	BF970	1	X	
FILTRO DE TRANSMISIÓN	07063-01054	PT516	1	X	
FILTRO HIDRÁULICO	07063-01100	PT539	1	X	
FILTRO LUBRICANTE DEL MOTOR	600-211-1230	(LF670/B196)	1	X	

OTROS		
SERVICIOS	SERVICIOS	
	SI	NO
BATERIA	X	
LUBRICAR CRUCETAS DE CARDAN	X	
PUNTOS DE ENGRASE	X	
RADIADOR DE AGUA	X	
TANQUES DE AIRE Y COMBUSTIBLE	X	

SERVICIO EJECUTADO POR:	CONTROLADOR	Vo.Bo. SECTOR EQUIPOS
Firma:	Firma:	Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:

ANEXO D. INFORME DE PENDIENTES.

Página 1 de 4

MOVITIERRA CONSTRUCCIONES S.A.

INFORME DE PENDIENTES

[Imprimir](#)

Informe de todas las maquinas

MAQUINA	TIPO PENDIENTE	PENDIENTE	FECHA
BLG-423	Mecanico	vidrio delantero con fisura	2009-01-23
BLG-423	Renov, doc y extint.	9 ENE 2012 SOAT VENCE	2011-03-23
BLG-423	Renov, doc y extint.	JUNIO 2011 EXTINTOR	2011-03-23
BLG-423	Renov, doc y extint.	9/Enero/2010 REVISION TECNICOMECEMECANICA	2011-03-29
BULLDOZER 10	Soldadura	carriles para reconstruirlos	2011-03-22
BULLDOZER 10	Mecanico	segmento de sproket flojo	2011-03-22
BULLDOZER 10	Soldadura	equipo desajustado	2011-03-22
BULLDOZER 10	Soldadura	guarda carril tracero le falta	2011-03-22
BULLDOZER 10	Soldadura	falta un carril	2011-03-22
BULLDOZER 10	Soldadura	carrileria se calienta	2011-03-22
BULLDOZER 10	Compras	PEDIR EMPAQUE CILINDRO GATO DERECHO	2011-03-23
BULLDOZER 10	Compras	NO TIENE BASE PARA EXTINTOR	2011-03-25
BULLDOZER 10	Electrico	no tiene luces	2011-04-06
BULLDOZER 10	Mecanico	LE FALTA UN CARRIL	2011-04-06
BULLDOZER 10	Renov, doc y extint.	EXTINTOR ABC /10LB # 19075 VENCE MARZO 2012	2011-04-12
BULLDOZER 11	Soldadura	FALTA CAMBIAR CARRILES LADO IZQUIERDO	2010-04-19
BULLDOZER 11	Mecanico	empaquetadura gatos requi 1449	2011-03-25
BULLDOZER 11	Compras	TEJAS FLOJAS	2011-03-31
BULLDOZER 11	Electrico	SIN LUCES TRASERAS	2011-04-01
BULLDOZER 11	Electrico	NO TIENE LUCES, SE LE CAE EL EQUIPO	2011-04-06
BULLDOZER 11	Renov, doc y extint.	EXTINTOR ABC /10LB # 10300 VENCE MAYO 2011	2011-04-12
BULLDOZER 13	Compras	PIERDE FUERZA	2011-03-31
BULLDOZER 13	Electrico	NO TIENE LUCES TRASERAS	2011-04-12
BULLDOZER 13	Renov, doc y extint.	EXTINTOR ABC /10LB # 12322 VENCE JULIO 2011	2011-04-12
BULLDOZER 15	Mecanico	fuga aceite gato derecho	2011-03-22
BULLDOZER 15	Soldadura	falta pechera inferior	2011-03-22
BULLDOZER 15	Compras	PEDIR EMPAQUE CILINDRO GATO DERECHO	2011-03-23
BULLDOZER 15	Mecanico	fuga de aceite hacia el damper	2011-03-25
BULLDOZER 15	Renov, doc y extint.	EXTINTOR ABC /10LB # 11803 VENCE JUNIO 2011	2011-04-12
BULLDOZER 18	Mecanico	ANILLO DEL TURBO CAMBIAR	2010-10-04
BULLDOZER 18	Electrico	INSTALAR BATERIA, SE LE RECONSTRUYO BORNES	2011-04-05
BULLDOZER 18	Renov, doc y extint.	EXTINTOR ABC /10LB # 125 VENCE JULIO 2011	2011-04-12
BULLDOZER 24	Mecanico	el motor esta vibrando	2011-03-22
BULLDOZER 24	Mecanico	FUGA DE ACEITE POR MANGUERA DE ACERVO	2011-03-22
BULLDOZER 24	Compras	FUGA DE ACEITE DE LA SERBO	2011-03-25
BULLDOZER 24	Mecanico	FILTRO DE MOTOR FLOJO	2011-04-12
BULLDOZER 24	Renov, doc y extint.	EXTINTOR ABC /2LB # 13477 VENCE AGOSTO 2011	2011-04-12

http://127.0.0.1/mas/reportes/reporte_pendientes.php?equipo=todas&tipo=todos&agrupar... 18/04/2011

BULLDOZER 25	Renov, doc y extint.	EXTINTOR ABC /10LB # 19078 VENCE MARZO 2011	2011-04-12
BULLDOZER 26	Soldadura	protector gato de tildeo	2011-03-22
BULLDOZER 26	Mecanico	dos tornillos de carril para instalar	2011-03-22
BULLDOZER 26	Compras	BOOT MARCOS SANCHEZ	2011-03-23
BULLDOZER 26	Renov, doc y extint.	EXTINTOR ABC /10LB # 13810 VENCE SEPTIEMBRE 2011	2011-04-12
CARGADOR 03	Compras	GATOS CABINA	2010-10-07
CARGADOR 03	Soldadura	cambiar piso del valde	2011-03-22
CARGADOR 03	Electrico	pito	2011-03-22
CARGADOR 03	Electrico	relog combustible no funciona	2011-03-22
CARGADOR 03	Renov, doc y extint.	EXTINTOR ABC /5LB # 12026 VENCE JUNIO 2011	2011-04-12
CARGADOR 03	Electrico	NO TIENE LUCES TRASERAS	2011-04-14
CARGADOR 03	Mecanico	NO LE FUNCIONA EL MARCA COMBUSTIBLE Y NO TIENE PITO	2011-04-14
CMI-595	Renov, doc y extint.	EXTINTOR No 710 de 5 lb. Vence Marzo/2010	2009-06-18
CMI-595	Renov, doc y extint.	14/MAYO/2012 REVISION TECNICOMECHANICA	2011-03-29
CMI-595	Renov, doc y extint.	14/MARZO/2012 SOAT	2011-03-29
COMPAC. DE LLANTAS 4	Mecanico	disminulle nivel de liquido de frenos	2011-03-22
COMPAC. DE LLANTAS 4	Mecanico	MACHUELIAR, ROZAR E INSTALAR TORNILLO DEL TANQUE	2011-04-05
COMPRESOR 06	Mecanico	HOROMETRO MALO	2011-04-14
CZG-421	Renov, doc y extint.	EXTINTOR No. 4 DE 5 LB. VENCE JUNIO/2009	2009-05-06
CZG-421	Renov, doc y extint.	22/JULIO/2012 VENCE REVISION TECNICOMECHANICA	2011-03-29
CZG-421	Renov, doc y extint.	8/JULIO/2011 VENCE SOAT	2011-03-29
CZG-421	Mecanico	MONTAR FILTRO AIRE	2011-04-05
MOTONIVELADORA 4	Renov, doc y extint.	EXTINTOR No 694 de 5 lb. Vence Mayo/2010	2009-06-18
MOTONIVELADORA 4	Compras	cinco cuñas de bases escarificadoras	2011-03-25
PEI-902	Electrico	CARBURADOR NO PRENDE EN GASOLINA	2010-03-13
PEI-902	Mecanico	PENDIENTE TECNOMECHANICA	2010-03-13
PEI-902	Renov, doc y extint.	PENDIENTE SOAT	2011-03-29
PEK-715	Mecanico	REVISAR CARDAN, MUELLES	2010-04-19
PEK-715	Soldadura	PLATON EN MAL ESTADO, LA PUERTA NO CIERRA, DURALINER EN MAL ESTADO	2010-04-19
PEK-715	Compras	PERSIANA DELANTERA ROTA	2010-04-19
PEK-715	Compras	AIRE ACONDICIONADO DESCARGADO	2010-04-19
PEK-715	Renov, doc y extint.	19/ENERO/2012 VENCE SOAT	2011-03-29
PEK-715	Renov, doc y extint.	1/MARZO/2012 VENCE REVISION TECNICOMECHANICA	2011-03-29
PEK-715	Renov, doc y extint.	EXTINTOR AB /2LB # 14877 VENCE OCTUBRE 2011	2011-04-12
PES-366	Renov, doc y extint.	24/OCTUBRE/2011 VENCE SOAT	2011-03-29
PES-366	Renov, doc y extint.	14/MARZO/2012 VENCE REVISION TECNICOMECHANICA	2011-03-29
PEW034	Renov, doc y extint.	12/DICIEMBRE/2012 VENCE REVISION TECNICOMECHANICA	2011-03-29
PEW034	Renov, doc y extint.	8/ENERO/2012 VENCE SOAT	2011-03-29

http://127.0.0.1/mas/reportes/reporte_pendientes.php?equipo=todas&tipo=todos&agrupar... 18/04/2011

PFM-713	Renov, doc y extint.	29/ENERO/2012 VENCE SOAT	2011-03-29
RETRO 14	Renov, doc y extint.	EXTINTOR ABC /10LB # 14876 VENCE OCTUBRE 2011	2011-04-12
RETRO 21	Renov, doc y extint.	EXTINTOR No 696 de 10 lb. Vence Mayo/2010	2009-06-18
✓ RETRO 21	Mecanico	fuga por manguera de llenado de aceite motor	2011-03-22
✓ RETRO 21	Mecanico	gato direccion lado derecho	2011-03-22
✓ RETRO 21	Mecanico	gracera del cardan se revento	2011-03-22
RETRO 21	Compras	mandar a elaborar vidrio derecho puerta	2011-03-25
RETRO 21	Compras	seguros de las puertas requi 1453	2011-03-25
RETRO 21	Compras	SEGURO TRASERO DEL EQUIPO SE DAÑO	2011-04-05
✓ RETRO 21	Mecanico	GATO ESTABILIZADOR DERECHO CON UNA RAYA	2011-04-05
RETRO 48	Renov, doc y extint.	EXTINTOR No 1226 de 5 lb. Vence Junio/2010	2009-06-18
RETRO 48	Compras	GATOS GEMELOS COMPRA EMPAQUES	2011-03-23
✓ RETRO 48	Electrico	INSTALAR SENSOR RPM	2011-03-23
✓ RETRO 48	Mecanico	PEQUEÑA FUGA POR MOTOR DE GIRO, BLOQUEO DE MOVIMIENTO MALO, CAMBIAR GRASERAS	2011-04-05
✓ RETRO 48	Mecanico	PALANCA DE SEGURO DAÑAD, NO FUNCIONA	2011-04-06
RETRO 52	Renov, doc y extint.	EXTINTOR No 1223 de 10 lb. Vence Junio/2010	2009-06-18
✓ RETRO 52	Mecanico	FUGA DE ACEITE HDLICO GATO GEMELOS PARTE DEL MOTOR DE GIRO.	2010-12-16
RETRO 54	Renov, doc y extint.	EXTINTOR ABC /5LB # 18 VENCE JULIO 2011	2011-04-12
✓ RETRO 56	Electrico	LUCES, PLUMILLA, PITO	2010-10-04
✓ RETRO 56	Electrico	STOPS FALTAN	2010-10-04
✓ RETRO 56	Mecanico	zapatas flojas	2011-03-22
RETRO 56	Compras	PEDIR luces traseras completas	2011-03-23
✓ RETRO 56	Renov, doc y extint.	EXTINTOR ABC /10LB # 11802 VENCE JUNIO 2011	2011-04-12
RETRO 57	Mecanico	FUGA LIGERA POR LA BOMBA	2010-10-07
RETRO 57	Renov, doc y extint.	EXTINTOR ABC /10LB # 13476 VENCE AGOSTO 2011	2011-04-12
✓ RETRO 58	Compras	TORNAMESA MALA	2011-03-23
RETRO 58	Mecanico	ESTA MUY BAJITA DE PRESION DEL HIDRAULICO PARA COMBINAR	2011-03-31
RETRO 58	Renov, doc y extint.	EXTINTOR ABC /5LB # 22 VENCE MARZO 2011	2011-04-12
✓ RETRO 58	Mecanico	ESTA MUY LENTA DE LOS HIDRAULICOS	2011-04-15
✓ RETRO 59	Mecanico	FUGA GATO BOOM Y ATAQUE	2011-04-05
✓ RETRO 59	Electrico	PILOTO DE LUBRICACION ENCIENDE POR MOMENTOS	2011-04-05
✓ RETRO 59	Mecanico	LE ALUMBRA EL BOMBILLO QUE MUESTRA EL ACEITE HLCO.	2011-04-12
RETRO 59	Renov, doc y extint.	EXTINTOR ABC /5LB # 12323 VENCE JULIO 2011	2011-04-12
VDW-442	Renov, doc y extint.	EXTINTOR No.19 DE 2 LB. VENCE EN JULIO /2010	2009-05-06
VDW-442	Mecanico	SILENCIADOR ROTO	2011-03-08
VDW-442	Mecanico	BUJES AMORTIGUADORES TRACEROS CON JUEGO	2011-03-08
VDW-442	Renov, doc y extint.	17/NOVIEMBRE/2011 VENCE SOAT	2011-03-29
VDW-442	Renov, doc y extint.	30/NOVIEMBRE/2011 VENCE REVISION TECNICOMECANICA	2011-03-29
✓ VIBRO 10	Soldadura	reconstruccion de carrileria e instalacion de tres torres superiores	2011-03-25
✓ VIBRO 14	Mecanico	fuga de aceite por mirilla del hidraulico	2011-03-22
✓ VIBRO 14	Mecanico	instalar el motor	2011-03-22
✓ VIBRO 15	Electrico	ESTA VARADO POR BATERIA , SE DESCARGA	2011-04-18
	Renov, doc y		

http://127.0.0.1/mas/reportes/reporte_pendientes.php?equipo=todas&tipo=todos&agrupar... 18/04/2011

VIBRO 16	extint.	EXTINTOR No. DE 5 LB. NO SE VE LA FECHA DE VMTO.	2009-05-06
VIBRO 16	Electrico	NO TIENE PITO	2011-02-02
VIBRO 16	Electrico	EXPLORADORAS DEANTERAS 2 NO ENCIENDEN	2011-02-02
VIBRO 16	Mecanico	boquillas aspersoras tapadas	2011-03-22
VIBRO 16	Compras	NO HAY EXTINTOR, NI ENGRASADORA	2011-03-25
VIBRO 17	Compras	INSTALAR MOTOR	2011-04-05
VIBRO 17	Renov, doc y extint.	EXTINTOR ABC /10LB # 10866 VENCE MAYO 2011	2011-04-12
VIBRO 18	Renov, doc y extint.	EXTINTOR No. 36 DE 5 LB. NO SE VE FEACHO DE VMTO.	2009-05-06
VIBRO 18	Mecanico	fuga motor por parte tracera	2011-03-22
WHH-297	Renov, doc y extint.	EXTINTOR No.21-22 DE 10 LB. VENCE EN FEBRERO /2010	2009-05-06
WHH-297	Renov, doc y extint.	23/ABRIL/2011 VENCE SOAT	2011-03-29
WHH-297	Renov, doc y extint.	6/SEPTIEMBRE/2011 VENCE REVISION TECNICOMECANICA	2011-03-29
WHN-082	Renov, doc y extint.	EXTINTOR No 2598 de 10 lb. vence Marzo/2010	2009-06-18
WHN-082	Renov, doc y extint.	22/DICIEMBRE/2011 VENCE REVISION TECNICOMECANICA	2011-03-29
WHN-082	Renov, doc y extint.	20/DICIEMBRE/2011 VENCE SOAT	2011-03-29