

**PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LOS EQUIPOS DE LA EMPRESA
MADERAS EL CEIBAL**

**FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA MECANICA**

MELISSA BENEDETTI GOMEZ



CARTAGENA DE INDIAS, NOVIEMBRE DE 2004

**PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LOS EQUIPOS DE LA EMPRESA
MADERAS EL CEIBAL**

**FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA MECANICA**

MELISSA BENEDETTI GOMEZ

**ING. BENJAMIN ARANGO ZABALETA
ASESOR**

Monografía presentada para optar el título de Ingeniero Mecánico

**UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE BOLIVAR
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
MINOR EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL
CARTAGENA D. T. Y C
NOVIEMBRE DE 2004**

NOTA DE ACEPTACIÓN

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

Fecha

**Universidad tecnológica de bolívar
Cartagena D. T. Y C, noviembre de 2004**

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	
1. Mantenimiento	7
1.1 Definición	7
1.2 Historia del mantenimiento	7
1.3 Tipos de mantenimiento	10
1.3.1 Mantenimiento predictivo o basado en la condición	11
1.3.1.1 Tecnologías predictivas	12
• El Monitoreo de la Condición	12
• La Tribología	12
• La Termografía	12
• Los Ensayos No Destructivos	12
• Boroscopia	12
1.3.2 Mantenimiento preventivo o basado en el tiempo	12
1.3.3 Mantenimiento detectivo o búsqueda de fallas	13
1.3.4 Mantenimiento correctivo o a la rotura	14
1.3.5 Mantenimiento mejorativo o rediseño	15
1.4 Pasos del mantenimiento.	15
1.4.1 Planeación y programación	15
1.4.2 Administración de recursos	16
1.4.3 Ejecución	16
1.4.4 Control	17
1.4.5 Evaluación	17
2. MADERAS EL CEIBAL	18
2.1 Presentación	18
2.1.1 Identificación de la empresa	19
2.1.2 Detalles de servicio	19
2.1.3 Clientes	20

3. INVENTARIO DE EQUIPOS	21
3.1 Justificación	21
3.2 Descripción física de Maderas el Ceibal	21
3.2.1 Descripción de planta física	22
3.2.2 Procesos de Maderas el Ceibal	22
3.2.3 Zonas de trabajo	23
3.2.4 Reconocimiento de equipos	23
3.3 Codificación de los equipos	24
3.3.1 Ubicación	24
3.3.2 Clase de equipo	25
3.3.3 Consecutivo	26
3.3.4 Codificación Final	27
3.4 Ficha técnica del equipo	28
3.4.1 Diseño del formato	28
4. INDICADORES DE MANTENIMIENTO	29
4.1 Indicadores de gestión de mantenimiento.	29
4.2 Características de los índices o indicadores del Mantenimiento	30
4.3 Selección de indicadores de gestión de mantenimiento	32
4.3.1 Factores utilizados en la empresa Maderas el ceibal	33
4.3.1.1 Factor de Riesgo	33
4.3.1.2 Adecuación de la Matriz RAM	34
• Análisis de Producción	35
• Parámetros de Producción	36
• Pasos para usar la Matriz	39
4.3.2 Tiempo Promedio para Fallar (TPPF)	39
4.3.3 Tiempo Promedio para Reparar (TPPR)	40
4.3.4 Disponibilidad	41
4.3.5 Factor de Utilización	43
4.3.6 Equipos Críticos	44

5. SELECCIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO DE MADERAS	
EL CEIBAL	45
5.1 Sierra Sin fin	46
5.1.1 Sierra Sin fin Grande	47
5.1.2 Sierra Sin fin Pequeña	47
5.2 Sierra Péndulo	47
5.3 Canteadora	48
5.3.1 Canteadora Grande	49
5.3.2 Canteadora Pequeña	49
5.4 Cepilladora	49
5.5 Afiladora	50
5.6 Equipo de Soldadura	51
5.7 Figuradora	52
5.8 Sierra Radial	53
5.9 Sierra Circular	54
5.10 Trompo	54
5.11 Lijadora	55
CONCLUSIONES	
RECOMENDACIONES	
RESUMEN	
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	
ANEXOS	

LISTA DE TABLAS

Tabla	Pág.
1. Tamaño de Estibas	19
2. Zonas de Trabajo	23
3. Lista de Equipos	23
4. Ubicación de Equipos	25
5. Clases de Equipos	26
6. Consecutivo	26
7. Codificación Final	27
8. Ventas y Utilidad	37
9. Consecuencias Económicas	38
10. Matriz RAM Maderas el Ceibal	38
11. Código de colores	39
12. TPPF y TPPR	41
13. Disponibilidad	42
14. Denominación de Utilización	43
15. Factor de Utilización	43
16. Equipos Críticos	44
17. Mantenimiento Preventivo Equipo Sierra Sin Fin	46
18. Mantenimiento Preventivo Equipo Sierra Péndulo	47
19. Mantenimiento Preventivo Equipo Canteadora	49
20. Mantenimiento Preventivo Equipo Cepilladura	50
21. Mantenimiento Preventivo Equipo Afiladora	51
22. Mantenimiento Preventivo Equipo de soldadura	51
23. Mantenimiento Preventivo Equipo Figuradota	52
24. Mantenimiento Preventivo Equipo Sierra Radial	53
25. Mantenimiento Preventivo Equipo Sierra Circular	54
26. Mantenimiento Preventivo Equipo Trompo	55
27. Mantenimiento Preventivo Equipo Lijadora	55

LISTA DE FIGURAS

Figuras	Pág.
1. Fachada de Maderas el Ceibal	18
2. Estiba	19
3. Matriz RAM	34
4. Mantenimiento Efectivo en Costos	36
5. Sierra Sin Fin	47
6. Sierra Péndulo	47
7. Canteadora	48
8. Cepilladora	49
9. Afiladora	50
10. Equipo de soldadura	51
11. Figuradora	52
12. Sierra Radial	53
13. Sierra Circular	54
14. Trompo	54
15. Lijadora	55

INTRODUCCION

En la actualidad todas las empresas Colombianas están en la búsqueda de una capacidad competitiva a nivel nacional e internacional, para este propósito están dotando a la industria de procesos y por tanto productos de alta calidad y que cumplan con todas las normas que exige el gobierno.

Con el animo de asegurar la calidad y el cumplimiento de los criterios exigidos para el tratamiento de la madera la empresa Maderas El Ceibal está en pro de implementar la norma ISO 9000; para lo cual uno de los requisitos fundamentales es el desarrollo de un plan de mantenimiento que se ajuste a las necesidades de maderas el ceibal y que permita obtener la certificación de la norma.

Este trabajo pretende presentar un plan de mantenimiento para la empresa Maderas el Ceibal poniendo en practica los conceptos adquiridos en el minor de mantenimiento industrial, apoyado en los indicadores de gestión mantenimiento los cuales son fundamentales para la toda de decisiones a cerca de los equipos y una mejor planificación de la producción por parte de la gerencia.

Además se podrá observar en este trabajo, la organización de los equipos, designación, fichas técnica, modos de operación y todo un control para crear el historial de los equipos de la empresa.

1. MANTENIMIENTO

1.1 Definición

Según el diccionario Larouse Ilustrado se define el mantenimiento como la acción y efecto de mantener o mantenerse; acción de reparar y mantener o conservar en buen estado el material y las instalaciones de edificios, industrias, etc.

Como se puede apreciar esta definición carece de claridad y rigor técnico, por lo que en la actualidad se encuentra replanteada, ya que existen otras definiciones más apropiadas como:

- Asegurar que todo activo continúe desempeñando las funciones deseadas.
- Acciones necesarias para que un equipo, obra o instalación sea conservado o restaurado de manera que pueda permanecer de acuerdo con una condición específica.
- Es una combinación de acciones técnicas destinadas a retener o restaurar un activo, permaneciendo en un estado en el que pueda desempeñar su función dentro de unos parámetros permitidos de eficiencia, costo, seguridad y ambiental.

1.2 Historia del Mantenimiento

La historia del mantenimiento es bastante reciente pues antes del siglo XVII, las acciones de preservación y mantenimiento, no eran tomadas en cuenta debido a la mínima importancia que tenía la máquina con respecto a la

mano de obra, debido a que hasta 1880, se consideraba que el trabajo humano intervenía en el 90% de la elaboración de un producto, y la máquina solo el 10% restante; por lo cual, el único mantenimiento que se les aplicaba a las máquinas era correctivo o a la falla, es decir solo se detenía la producción, cuando la maquina no podía seguir funcionando.

Conforme al aumento de mayores volúmenes, diversidad y calidad de productos, las máquinas aumentaron su importancia con respecto a la mano de obra.

En 1914, con la llegada de la primera guerra mundial, las empresas tuvieron un auge en la fabricación de artículos bélicos, los cuales debían tener un alto grado de calidad, se debían producir en masa y en el menor tiempo posible, por lo cual las máquinas tuvieron cada vez mayor importancia; desde entonces nació el concepto de mantenimiento preventivo, el cual desde la década de los veinte se convirtió en una labor necesaria y fundamental para cualquier empresa.

A partir de 1950 y por el desarrollo de los estudios de confiabilidad, se determinó que en cuestiones de mantenimiento se buscaba la rentabilidad económica, con base en la máxima producción, y para ello se debía tener en cuenta la máquina y el servicio que ésta prestaba. De este pensamiento se desprendió el principio de, "El servicio se mantiene y el recurso se preserva"

Por tal razón los fabricantes de máquinas se empeñaron en ofrecer más confiabilidad y mantenibilidad, con el objeto de que se tuvieran menos problemas en la preservación y en las labores de mantenimiento (Productive Maintenance), complementándolo con el mantenimiento preventivo (Maintenance Preventive).

Esto dio lugar a la "ingeniería de conservación", que se constituye de preservación y mantenimiento.

En 1954 la compañía General Electric, desarrolló el Mantenimiento Productivo el cual se hizo popular entre las otras compañías en la décadas de los sesentas. Este trataba de abarcar los principios mantenimiento preventivo e incluyó el establecimiento de un plan de mantenimiento para toda la vida útil del equipo sin descuidar la confiabilidad y la mantenibilidad. Se comienza a observar el mantenimiento autónomo, llevado a cabo por los propios operarios de producción, para alcanzar los objetivos propuestos por la empresa; la creación de una cultura propia que estimule el trabajo en equipo y eleve la moral del personal.

Así se llega a la filosofía de la mejora continua desde el punto de vista del mantenimiento y la gestión de equipos; hablando de mantenimiento productivo Total, que sería un nuevo concepto acuñado en 1971 por el Instituto japonés de Ingenieros de Plantas, liderado por el señor Seichi Nakajima.

Finalmente en la actualidad se considera, la Prevención de Mantenimiento que actúa en la etapa de diseño, desarrollo y construcción de los equipos productivos, reduciendo al máximo las fallas, e incluso eliminar si es posible, la necesidad de actividades de mantenimiento del equipo cuando sea operado.

Bajo el enfoque moderno, el personal de mantenimiento debe tener conocimientos especializados sobre el tema, no sólo dominando la técnica sino también la administración de éste, ya que con el tiempo puede llegar a dirigir esta función desde altos niveles empresariales.

1.3 Tipos de mantenimiento

El mantenimiento se puede dividir en: mantenimiento no planeado, el cual también es llamado mantenimiento reactivo en el que no se realiza ninguna acción para que el equipo opere en sus condiciones originales, o en condiciones seguras para prevenir fallas que puedan causar riesgos al equipo o los operarios.

Algunos equipos de mantenimiento optan por el mantenimiento reactivo pues sus costos iniciales son más bajos o requieren menos personal, pero a su vez no observan el verdadero alcance de los costos, al aumentar debido al tiempo fuera de servicio del equipo o los costos por conceptos de mano de obra ociosa, sobre todo si para la reparación se incurren en horas extras. Además el daño inicial puede extenderse a otras partes del equipo.

La otra gran división que encontramos, es el mantenimiento planeado o proactivo; el cual se define como aquel mantenimiento que se lleva a cabo basado en un plan de ejecución de mantenimiento programado, que busca evitar la falla en los equipos pudiendo ocasionar una parada general en la industria, para lo cual se reemplazan los componentes con anticipación, desperdiciando cierta porción de su vida útil

Este tipo de mantenimiento debe seguir los siguientes pasos:

- Desarrollar Plan de Mantenimiento.
- Definir Objetivos de Mantenimiento.
- Determinar la Estrategia.
- Seleccionar Opciones de Mantenimiento.
- Implementar.
- Medir la Efectividad y el Desempeño

Dentro de estas grandes divisiones encontramos cinco tipos subdivisiones de mantenimientos, los cuales dependen de varias consideraciones, como las ventajas, desventajas, costos, tiempo y objetivo, de cada uno de ellos.

1.3.1 Mantenimiento predictivo o basado en la condición

También llamado previsorio, consiste en inspeccionar los equipos a intervalos regulares y tomar acción para prevenir fallas o evitar las consecuencias de las mismas según su condición.

Servicios de seguimiento del desgaste de una o más piezas o componente de equipos prioritarios a través de análisis de síntomas, o estimación hecha por evaluación estadística, tratando de extrapolar el comportamiento de esas piezas o componentes y determinar el punto exacto de cambio.

El mantenimiento predictivo se puede realizar de manera objetiva por medio de instrumentos o subjetivos por medio de las apreciaciones de los sentidos; como la reparación del defecto o falla potencial.

Entre las ventajas que nos ofrece el mantenimiento predictivo se encuentran:

Alta confiabilidad.

- Máxima eficiencia dentro de la vida útil de los equipos.
- Evita fallas inesperadas.
- Permite una adecuada planeación.
- Observa el rendimiento del equipo a través de su tiempo de funcionamiento dentro de la empresa.

De las desventajas tenemos

- Alto costo
- Equipos diagnóstico especializados
- Personal entrenado para realizar los diagnósticos.

1.3.1.1. TECNOLOGÍAS PREDICTIVAS

- **El Monitoreo de la Condición:** Se basa en el Análisis de Vibraciones, el cual consiste en monitorear los movimientos de las maquinarias rotativas y reciprocas para estudiar su comportamiento.
- **La Tribología:** Analiza los fenómenos relacionados con la fricción y el desgaste obteniendo resultados del análisis Físico Químico de los aceites lubricantes de las maquinarias.
- **La Termografía:** Consiste en el monitoreo de las temperaturas de operación de los sistemas (Mecánicos y Eléctricos) a través de rayos infrarrojos.
- **Los Ensayos No Destructivos:** Consisten en el análisis interno y superficial de los materiales que componen un equipo o sistemas basados en los análisis por Ultrasonido, aplicaciones químicas (Líquidos penetrantes) y físicas (Partículas Magnéticas)
- **Boroscopia:** Se enfoca en la ampliación de las imágenes que podemos visualizar para alcanzar espacios diminutos durante cualquier inspección.

1.3.2 Mantenimiento preventivo o basado en el tiempo

Consiste en reacondicionar o sustituir a intervalos regulares de tiempo un equipo o sus componentes, independientemente de su estado en ese momento.

Servicio de inspección, control, conservación y restauración de un equipo con la finalidad de prevenir, detectar y corregir defectos tratando de evitar fallas. Este tipo de mantenimiento se puede dividir en mantenimiento preventivo por tiempo, el cual es efectuado a partir de un programa preestablecido; mantenimiento preventivo sistemático o periódico, es en el cual después de un periodo de funcionamiento se realizan mediciones, ajustes o cambio de piezas a partir de la experiencia operativa y recomendaciones del fabricante con respecto a los criterios de diseño sobre la vida útil del equipo; mantenimiento preventivo por estado, el cual es efectuado a partir de la condición de funcionamiento del equipamiento.

Ventajas:

- Costo moderado o eficaz dependiendo de los procesos a realizar.
- Su periodicidad es ajustable
- Aumenta el ciclo de vida de los componentes
- Incentiva el uso racional de energía

Desventajas:

- Pueden ocurrir fallas catastróficas
- Intensifica las horas hombre requeridas.

1.3.3 Mantenimiento detectivo o búsqueda de fallas.

Consiste en la inspección de las funciones ocultas a intervalos regulares para ver si han fallado y reacondicionarlas en caso contrario.

Este mantenimiento se basa en la revisión de los equipos, sus organizaciones y procesos, lo que muchas veces implica acabar con estructuras tradicionales en busca de mayor productividad y definitivamente la reducción de los costes por mantenimiento.

El mantenimiento detectivo es la medición de una variable física que se considera representativa de la condición del equipo y su comparación con valores que indican si el equipo está en buen estado o deteriorado. Los objetivos de esta búsqueda de fallas es indicar cuándo existe un problema, para diagnosticar las condiciones y reparar si es necesario.

1.3.4 Mantenimiento correctivo o a la rotura:

Consiste en el reacondicionamiento o sustitución de partes en un equipo una vez que ha fallado, es la reparación de la falla que ocurre de urgencia o de la cual no se previó su ocurrencia.

Las ventajas que nos brinda el mantenimiento correctivo:

- Se obtiene el mayor aprovechamiento del componente.
- Carece de un planeamiento estratégico.
- Poco costo de forma inmediata.

Desventajas:

- Baja confiabilidad.
- Poco predecible.
- Puede causar daño de otras partes del equipo.
- Pueden presentarse fallas que afecten el personal

Se debe aclarar que este tipo de mantenimiento es aconsejable para equipos que no tengan impacto directo en la producción o que su costo sea muy bajo como mobiliario, iluminación en general.

1.3.5 Mantenimiento mejorativo o rediseño:

Consiste en la modificación o cambio de las condiciones originales del equipo o instalaciones.

Se fundamenta en que si algo trabaja bien, puede sin duda, trabajar mejor. Abarca no sólo el equipo, sino también los métodos y procedimientos de trabajo. Esto resulta beneficioso pues evita el estancamiento y el conformismo permitiendo una búsqueda continua de oportunidades de mejoramiento, requiere iniciativa y una actitud abierta a experimentar.

1.4 Pasos del mantenimiento.

La labor de mantenimiento se desarrolla por medio de cinco pasos principales, los cuales son: la planeación y programación, administración de recursos, ejecución, control y evaluación.

1.4.1 Planeación y programación

La planeación es el trazado o la forma de un plan para realizar un mantenimiento determinando y preparando todos los elementos requeridos para efectuar una tarea antes de iniciar el trabajo.

La programación es el proceso mediante el cual se acoplan los trabajos con los recursos y se les asigna una secuencia para ser ejecutados en ciertos puntos de tiempo; básicamente un programa se puede preparar en diferentes lapsos de tiempos.

Las metas de este paso es lograr definir el alcance que se espera del trabajo para corregir la causa, permitiendo que exista un interés general dentro de los diversos niveles de la organización.

El conocimiento claro de las fortalezas y debilidades de la Empresa así como las amenazas y oportunidades del entorno, influyen en la gestión de mantenimiento y por ello deben ser claramente determinadas y conocidas, esto ayudará muchísimo al logro de los objetivos.

También se debe demarcar el procedimiento para realizar el trabajo en los cuales se destacan la orden de servicio o solicitud, la aceptación. El planeamiento debe dar respuestas a las típicas preguntas. Qué hacer, Cómo hacerlo, Cuándo hacerlo, Con qué, Para qué.

1.4.2. Administración de recursos

Los recursos son los bienes o medios que se poseen para efectuar cierta labor, los recursos los podemos dividir básicamente en: mano de obra, en la cual se puede aclarar la cantidad y la especialidad que necesitamos dividiendo a los trabajadores en competencia que son los que poseen el conocimiento y el rendimiento el cual es la disposición con la que contamos. Por otro lado esta los materiales y los equipos.

1.4.3 Ejecución

En esta fase se lleva a cabo el proceso planeado para lo cual se requiere organizar los grupos de trabajo y poner en marcha el proyecto. Cuando la planeación ha sido rigurosa y detallada esta fase se desarrolla de manera muy sencilla ya que con anterioridad se han tenido en cuenta los factores que intervienen.

1.4.4 Control

Es la inspección, comprobación y registro entre lo programado y lo ejecutado. Está estrechamente relacionado con la planeación, ya que precisamente con el control se logra verificar el cumplimiento de los objetivos propuestos. El control en si mismo no representa producción, pero si garantiza que se tenga una visión oportuna del desarrollo de las actividades y a la vez permite detectar en su debido momento los errores, las desviaciones del objetivo o una deficiente calidad, de manera que se puedan tomar los correctivos del caso.

El proceso de control se basa en la medición de los resultados mediante indicadores claramente definidos. Con este fin durante la fase de planeamiento es importante determinar como se evaluará cada actividad o grupo de estas.

Se busca controlar la calidad de los trabajos, su adecuada ejecución, la oportuna realización, el tiempo empleado y los recursos utilizados.

1.4.5 Evaluación

Es estimar, apreciar o calcular el rendimiento del plan realizado. La evaluación permanente de las labores mantenimiento, constituye una forma de control que arroja valiosos resultados mediante la actualización de procedimientos y/o la modificación de los planes periódicos en la medida en que la experiencia demuestre la necesidad de hacerlo y se pueda validar mediante comprobaciones de ingeniería.

2. MADERAS EL CEIBAL

2.1 Presentación

Maderas el Ceibal es un aserradero dedicado a la venta de estibas y maderas. La empresa está situada en Cartagena - Colombia, en el barrio el bosque transversal 56 # 22-107, detrás de la empresa Purina.

El nacimiento de la empresa data del año 1992, fecha en que se creó, desde la cual ha ido evolucionando y hoy cuenta con una larga trayectoria en el tratado de la madera y la elaboración de estibas.

La empresa cuenta con una planta de personal de 18 empleados encargados y dispuestos a atender, asesorar y resolver cualquier duda o necesidad que se les pueda presentar a los clientes

Las instalaciones poseen aproximadamente 2000 m², son bastante amplias para cumplir cómodamente con todas las actividades propias del negocio.



Grafica 1.

2.1.1 Identificación de la empresa

Nombre	MADERAS EL CEIBAL
Dirección	Bosque transversal 56 #22-107
Ciudad	Cartagena
Teléfonos	6722352
Mail	pclavel@yahoo.com
Nit	806010173-2
Representante Legal	Pedro Orozco Arango

2.1.2 Detalles de servicio

Elaboración de estibas:

Las estibas se realizan de diferentes tipos de maderas de las cuales las más utilizadas son el güino, pino y eucalipto.

Las estibas son realizadas en tamaños estándares o sobre pedidos; entre los tamaños estándares normalmente fabricados encontramos.



Grafico 2.

TAMAÑO DE LAS ESTIBAS ⁷	
60 x 60	85 x 170
60 x 110	85 x 220
60 x 120	100 x 110
80 x 110	100 x 120
80 x 120	120 x 120
85 x 110	120x130

Tabla 1.

⁷ Las medidas de las estibas están dadas en centímetro.

2.1.4 Clientes

Entre sus clientes podemos destacar:

- Biofilm
- Ajover
- Hustman
- Contecar
- Exportadoras Internacionales de madera.

3. INVENTARIO DE EQUIPOS

3.1 JUSTIFICACION:

Maderas el Ceibal es una empresa Cartagenera dedicada fundamentalmente a la producción de estibas, a la compra venta de madera en bruto y tratada para los mercados nacionales e internacionales. Actualmente la empresa no cuenta con un plan de manteniendo formalmente definido ni establecido por lo cual existe desperdicio de horas hombre y de recursos materiales y económicos.

Con el animo de asegurar la calidad y el cumplimiento de los criterios exigidos para el tratamiento de la madera la empresa está en pro de implementar la norma ISO 9000; para lo cual, uno de los requisitos fundamentales es el desarrollo de un plan de mantenimiento que se ajuste a las necesidades de Maderas el Ceibal y que permita obtener la certificación de la norma.

3.2 DESCRIPCIÓN FÍSICA DE MADERAS EL CEIBAL.

Para poder desarrollar un plan de mantenimiento es indispensable conocer las características básicas de los equipos, su tipo, descripción, fabricante, fecha de fabricación, tamaño, capacidad, velocidad de operación en general todos los datos que brinde un conocimiento fondo de las máquinas.

Hay que aclarar que el estado actual del mantenimiento es bastante precario pues esta desarrollado de forma empírica de acuerdo a los requerimientos de las máquinas; no se ha desarrollado formalmente un cronograma de mantenimiento, ya que el que se realiza se basa en una inspección subjetiva por parte del encargado de las máquinas semanalmente.

Para poder desarrollar un plan de mantenimiento se hizo necesario una inspección de la planta física, los equipos y su disposición dentro de la empresa.

3.2.1 Descripción de planta física

El terreno donde funciona Maderas el Ceibal ocupa un área de 2000 m², los cuales se dividen en una construcción donde funcionan las oficinas, es decir la parte administrativa, y un terreno aledaño en el cual se encuentra la zona de operaciones, almacenamiento y desembarque.

3.2.2 Procesos de Maderas el Ceibal

A la empresa la madera llega proveniente de las diferentes regiones madereras del país, el estado inicial es en forma de troncos cortados en listones, que son transportados desde las selva por medio del río hasta el lugar de embarque, en donde se traslada en camiones al aserradero, luego del arribo de la carga se procede a cortarla en las sierras sin fin, en listones de diferentes espesores, luego pasan a la sierra péndulo en donde se les otorga el largo deseado; después pasan a la canteadora en donde es enderezada la madera, una vez finalizada esta etapa la madera pasa al proceso de cepillado. Para el caso de las estibas los tablonos son armados en forma de malla, y para la exportación finalmente son sometidos a un tratamiento térmico para su secado.

Si la madera es para un producto mas fino como para muebles se le realizan algunos otros procesos como lijado, torneado o el acabado que se desee.

3.2.3 Zonas de trabajo

Las zonas de trabajo de cada proceso de la empresa se identificaron teniendo en cuenta la secuencia del proceso en general. A continuación se efectuara una lista de las diferentes zonas de la empresa:

ZONAS DE TRABAJO	
Zona	Descripción
01	Deposito de madera en bruto
02	Corte
03	Acabado
04	Ebanistería
05	Equipos Varios
06	Deposito de estibas
07	Servicios Generales ⁸

Tabla 2.

3.2.4 Reconocimiento de equipos:

En esta parte se identificara los actores de los procesos, ubicación.

LISTA DE EQUIPOS	
No	Equipo
1	Sierra Sin fin grande
2	Sierra Sin fin pequeña
3	Canteadora grande
4	Canteadora pequeña
5	Cepilladura
6	Figuradota

⁸ Los servicios generales comprenden. Oficinas, gerencia, almacén, zona de ventas

7	Sierra Radial
8	Sierra Péndulo
9	Sierra Circular
10	Trompo
11	Lijadora
12	Afiladora
13	Equipo de soldadura

Tabla 3.

La anterior tabla nos muestra el listado de los equipos que intervienen en los procesos de tratamiento de la madera, hay que aclarar que el número anterior se refiere solo a una forma de cuantificar los equipos y de ninguna manera es el orden de importancia que estos tienen en el proceso.

3.3 Codificación de los equipos

Para determinar la codificación de los equipos se desarrolla la teoría⁹, por la cual la identificación de los equipos lleva los siguientes datos:

- Ubicación.
- Clase de equipo
- Consecutivo

A continuación se analizará y se pondrá en marcha cada uno de los ítems.

3.3.1 Ubicación

Teniendo en cuenta las zonas anteriormente mencionadas se va realizar una clasificación de las máquinas dependiendo de la zona a la que pertenezcan.

⁹ Teoría dictada por el Ing. Alfonso Núñez, Minor Mantenimiento Industrial 2004

UBICACIÓN DE EQUIPOS		
Zona	Equipo	Denominación
Corte	Sierra Sin fin grande	CO
Corte	Sierra Sin fin pequeña	CO
Acabado	Canteadora grande	AC
Ebanistería	Canteadora pequeña	EB
Acabado	Cepilladora	AC
Acabado	Figuradora	AC
Ebanistería	Sierra Radial	EB
Corte	Sierra Péndulo	CO
Ebanistería	Sierra Circular	EB
Ebanistería	Trompo	EB
Ebanistería	Lijadora	EB
Servicios Varios	Afiladora	SV
Servicios Varios	Equipo de soldadura	SV

Tabla 4.

Donde:

CO: corte

AC: Acabado

SV: Servicios Varios

EB: Ebanistería

3.3.2 Clase de equipo

Se refiere a la labor que desempeña el equipo dentro de una función determinada.

CLASES DE EQUIPOS	
Equipo	No de función
Sierra	01
Canteadora	02
Cepilladora	03
Figuradora	04
Trompo	05
Lijadora	06
Afiladora	07
Equipo de soldadura	08

Tabla 5.

3.3.3 Consecutivo

Es la cantidad de equipos de una misma clase que posee la empresa

CONSECUTIVO	
Equipo	Código
Sierra Sin fin grande	01
Sierra Sin fin pequeña	02
Sierra Radial	03
Sierra Péndulo	04
Sierra Circular	05
Canteadora grande	01
Canteadora pequeña	02
Cepilladura	01
Figuradora	01
Trompo	01
Lijadora	01
Afiladora	01
Equipo de soldadura	01

Tabla 6.

3.3.4 Codificación Final

Teniendo en cuenta los pasos anteriores podemos hablar de una codificación general por ejemplo:

SV – 03 – 01

Donde el primer término corresponde a la ubicación de equipo en las diferentes zonas de la planta, el segundo corresponde a la clase o a su función que desempeña dentro del proceso y el tercero es el consecutivo o cantidad de equipos que posee la empresa de la misma clase.

CODIFICACION FINAL		
No	Equipo	Clasificación
1	Sierra Sin fin grande	CO0101
2	Sierra Sin fin pequeña	CO0102
3	Sierra Radial	EB0103
4	Sierra Péndulo	CO0104
5	Sierra Circular	EB0105
6	Canteadora grande	AC0201
7	Canteadora pequeña	EB0202
8	Cepilladora	AC0301
9	Figuradora	AC0401
10	Trompo	EB0501
11	Lijadora	EB0601
12	Afiladora	SV0701
13	Equipo de soldadura	SV0801

Tabla 7.

3.4 Ficha técnica del equipo

La ficha técnica de los equipos es un archivo donde están unificados todos los criterios de los equipos como código, marca, número interno, clases de repuestos básicos, clase de mantenimiento.

3.4.1 Diseño del formato

El formato está dividido en dos partes, la primera describe las especificaciones del equipo como código interno, nombre, clase, marca, número de serial del motor, si posee cadenas, poleas, correas, etc.

La segunda parte contiene la historia de mantenimiento que se le ha realizado al equipo, personas responsables, tiempo de paradas, observaciones, materiales. (Ver formato Anexo).

4. INDICADORES DE MANTENIMIENTO

4.1 Indicadores de gestión de mantenimiento

Indicador o índice: es una cifra representativa de la situación del mantenimiento en una empresa para un periodo determinado, es un parámetro numérico que facilita la información sobre un factor crítico identificado en la organización, en los procesos o en las personas respecto a las expectativas o percepción de los clientes en cuanto a costo- calidad y plazos.¹⁰

La importancia de cuantificar el mantenimiento, lo mismo que las otras grandes funciones de una empresa, debe conducir al gerente de mantenimiento a escoger y utilizar los índices más significativos y característicos que se apoyen en datos explícitos, reconocidos por todos y tomados sobre bases idénticas.

Su utilización debe permitir fijar objetivos tanto a nivel económico como técnico, de seguimiento de resultados para apreciar las desviaciones y su análisis. Ellos constituyen una herramienta indispensable para una gestión eficaz de la producción y de la función mantenimiento para: mejora de la productividad, mantenimiento y justificación de los objetivos, reconocimiento de los puntos débiles, ayuda en la toma de decisión sobre la renovación de equipos, escogencia de las políticas de mantenimiento y facilita el dialogo con la dirección general. Ellos permiten, además, a los responsables de la empresa ubicar y comparar sus costos y rendimientos entre sociedades del mismo sector de actividad o sectores de actividades diferentes.

¹⁰ Controlando y Evaluando la Gestión de Mantenimiento, Ing. Eugenio Hernández. Pág. 1.

En la utilización de estos índices, se buscan dos finalidades:

- Evaluar el mantenimiento con relación a índices generales de la empresa con la posibilidad de confrontarse con el sector externo (otras empresas)
- Analizar la eficiencia y rentabilidad de las actividades de mantenimiento en el seno de la propia empresa a nivel presupuestal, técnico, organizacional y estructural para mejorar, la competitividad de la empresa.

Tres aspectos de investigación han sido escogidos para introducir estos índices:

1. La importancia de los costos de mantenimiento con relación a los índices generales de la empresa.
2. La política escogida en materia de mantenimiento y de gestión de los equipos, vistos bajo el punto de vista presupuestal y técnico (análisis de los tiempos por el seguimiento de los equipos y de las actividades de mantenimiento).
3. La gestión del personal de mantenimiento en materia de organización, de calificación, de especialización y de formación para responder a las necesidades de la empresa.

4.2 Características de los índices o indicadores de mantenimiento.

1. Un índice constituye una relación entre dos variables y sirve:
 - para medir una realidad con claridad
 - para controlar los objetivos

- para comparar entre unidades distintas, empresas o sectores de actividad
- para tomar decisiones adaptadas a las necesidades (políticas de inversión, de mantenimiento, de gestión de personal, etc.)

2. El estudio de los índices puede comprender diferentes niveles

- a nivel de un sector de actividad (para un país)
- a nivel de empresa frente a su sector de actividad
- como evolución de la empresa frente a ella misma
- a nivel de mantenimiento frente a la empresa
- como evolución de función mantenimiento frente a ella misma

3. Para hacer escogencia de un cierto número de índices se necesita ante todo tomar en consideración las observaciones siguientes:

- La estructura de la empresa (tamaño, tipo de producción, tipo de producto, edad promedio de equipos), los objetivos esperados y los recursos puestos a disposición de la función mantenimiento (personal medios técnicos y de gestión).
- Los índices seleccionados no son limitativos: a partir de una base de evaluación dada en relación con la lista de índices, cada empresa puede confeccionar sus propios índices adaptados a sus necesidades.
- Ellos pueden ser complementarios y en este caso no pueden ser interpretados aisladamente.
- Los valores comparados de índices entre unidades pueden divergir muy sensiblemente según el nivel de análisis.

- Un índice no es significativo y explotable sino cuando los valores utilizados en el reporte corresponden exactamente a la definición precisa de los términos de la relación y son dadas sobre bases homogéneas entre ellas precio de referencia, etc.

4. Las circunstancias que inciden en la utilización de los índices pueden ser:

- Cíclicas: establecimiento de presupuesto previo, seguimiento del presupuesto, seguimiento de la disponibilidad de equipos, evolución de los aspectos técnicos (fallas, repuestos, etc.)
- Ocasionales: auditorias internas o externas, estudios específicos, indisponibilidades de producción o de explotación, control del servicio prestado etc.

4.3 Selección de indicadores de gestión de mantenimiento.

Los indicadores de mantenimiento de los cuales se escogerán los que se pondrán en práctica son los indicadores que se mencionan a continuación:¹¹

- TMEF = Tiempo promedio entre fallas
- TMPR = Tiempo promedio para reparación
- CMFT = Costo de mantenimiento por facturación
- CMRP = Costo de mantenimiento por valor reposición
- CRPP = Costo relativo con personal propio
- CRMT = Costo relativo con material
- CMOE = Costo de mano de obra externa
- IMRP = Capital Inmovilizado en repuestos
- TBMP = Trabajo de mantenimiento preventivo

¹¹ Administración Moderna De Mantenimiento Pág. 86.

- TBMC = Trabajo de mantenimiento correctivo
- HEXT = Horas extras del personal de mantenimiento
- PROD = Productividad del personal de mantenimiento
- TFAC = Tasa de frecuencia de accidentes
- TGAC = Tasa de gravedad de los accidentes.

Entre los indicadores de clase mundial tenemos:

- TPEF = Tiempo promedio entre fallas
- TPPR = Tiempo promedio para reparación
- TPPF = Tiempo Promedio para Falla
- DISP = Disponibilidad
- CMPF = Costo de Mantenimiento por facturación
- CMVR = Costo de mantenimiento por valor de reposición
- MATRIZ RAM (Factores de Riesgo)
- RELACION DE COSTOS (Costo de Mantenimiento vs. Costo del Equipo)

4.3.1 Factores utilizados en la empresa Maderas el ceibal

Debido a que la empresa no posee los datos precisos en materia de mantenimiento de sus equipos, no se puede poner en práctica todos los ítems anteriormente mencionados, pero si se puede comenzar a implementar cierta teoría, para que en un futuro se puedan desarrollar todos los indicadores

4.3.1.1 Factor de Riesgo

El factor de riesgo del equipo se puede definir como la probabilidad de que una amenaza se materialice por medio de la consecuencia, probabilidad y exposición; afectando de manera económica, ambiental, personales e imagen corporativa.

CONSECUENCIAS					PROBABILIDAD				
Personas	Economica *	Ambiental	Imagen de la Empresa		A	B	C	D	E
					No ha ocurrido en la Industria	Ha ocurrido en la Industria	Ha ocurrido en nuestra Empresa	Sucede varias veces por año en nuestra Empresa	Sucede varias veces por año en la refinería
Una o mas Fatalidades	Catastrofica > \$10M	Masivo	Internacional	5	M	M	H	H	VH
Incapacidad Permanente	Grave \$1M a \$10M	Mayor	Nacional	4	L	M	M	H	H
Incapacidad Temporal > 1 día	Severo \$100K to \$ 1.0 M	Localizado	Regional	3	N	L	M	M	H
Lesion Menor (sin auxilios)	Importante \$10K to \$100K	Menor	Local	2	N	N	L	L	M
Lesion Leve (1ros auxilios)	Marginal < \$10K	Leve	Interna	1	N	N	N	L	L
Ninguna Lesion	Ninguna	Ningun Efecto	Ningun Impacto	0	N	N	N	N	N

Grafica 3. Fuente: Minor Mantenimiento Industrial

El factor de riesgo se determina a partir de una matriz que evalúa los riesgos por medio de las consecuencia y la probabilidad, la matriz es llamada Matriz RAM; esta contribuye en la generación de una porción valiosa de información de criticidad de los equipos, lo cual permite al equipo mantenedor evaluar comparativamente las frecuencias de ocurrencia de las fallas, con las consecuencias que traen las mismas en todos los niveles (económico, personal, ambiental e imagen de la empresa) para la compañía.

La matriz anterior es utilizada por grandes empresas, particularmente para refinerías de petróleo, razón por la cual se someterá a la adecuación de esta matriz para implementarla en la empresa Maderas el Ceibal.

4.3.1.2 Adecuación de la Matriz RAM

La adecuación de la matriz RAM a las necesidades de la empresa se basa en la parte de las consecuencias, en donde se procedió a realizar un análisis

de producción, pues se considera que este es uno de los factores mas significativos en cuanto a riesgos, sin embargo, no hay que descartar los demás factores; aunque se considera que se cumple las mismas condiciones para todas las industrias, es decir que estos factores (personal, ambiental y reputación) son igualitarios en todos los casos para todas la industrias.

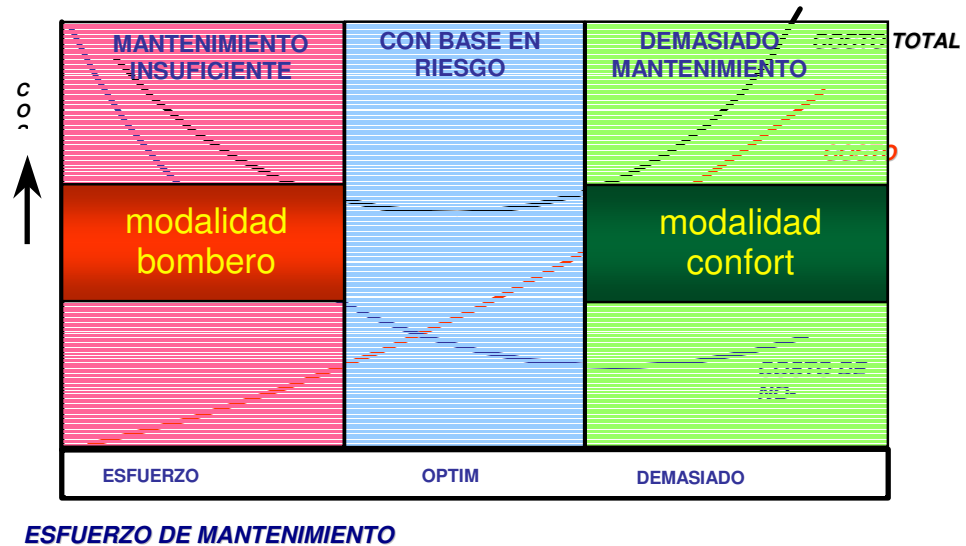
Análisis de Producción

Es de suma importancia el análisis económico de producción para la buena selección y gestión del mantenimiento ya que de una u otra forma se convierte en un pilar para toda empresa e industria, el control de utilidades contra los costos de los equipos evaluando en este análisis muchos factores que generan un cuestionamiento de parte de la alta gerencia de la compañía así como también al equipo de operaciones y producción, entre las preguntas tenemos:

- Que consecuencias económicas genera la parada funcional de un equipo.
- Vale la pena invertir cierto capital para el mantenimiento de un equipo.
- Que tanto produce un equipo.
- Cuanto se gasta la compañía.

Siendo las preguntas anteriores las de más relevancia e importancia para realizar el análisis y además se encuentran directamente conectadas con la gestión de activos.

Mantenimiento Efectivo en Costos



Gráfica 4. Fuente: Minor Mantenimiento

El equilibrio es el punto intermedio para el mantenimiento óptimo combinado con la disponibilidad. El análisis de producción debe ser claro para encontrar el equilibrio, los costos de operación de los equipos y las utilidades obtenidas por la operación de los mismos.

El análisis se realiza a través de los resultados financieros del año anterior (2003) pronosticando para este año el plan de mantenimiento, evaluación y control del mismo.

Parámetros de Producción

El análisis de producción se realiza a través de los siguientes pasos:

Parámetros a utilizar

- VHE = Valor hora Equipo

- VHH = Valor hora hombre
- NHD = Numero de horas diarias
- NDS = Numero de días por semana
- UBE = Utilidades bruta por equipos
- UBV = Utilidades bruta en venta
- CHE = Costos hora equipos
- CM = Costos de mantenimiento
- CMS = Costo de mantenimiento semanal
- CMA = Costo de mantenimiento Anual
- NSA = Numero de semanas al año.
- NHD = horas de trabajo promedio
- NDS = días de trabajo promedio del equipo en una semana

Luego se utilizará las siguientes fórmulas

1. Utilidad Semanal (US) = VHH x NHD x NDS

2. Costo Semanal (CS) = VHH x NHD x NOS + CMS

3. Costo de Mantenimiento Semanal (CMS) = $\frac{CMA}{NSA}$

4. CMA = Materiales + Repuestos Utilizados + Valor de Reparaciones.

5. NHO = (Nro horas -Dia)

6. NOS = (Nro de dias -Semana)

VENTAS Y UTILIDAD				
	Anual	Semanal	Día	Hora
Ventas netas	765.000.000	14.711.538,5	2.451.923,08	306.490,38
Utilidad Bruta	267.749.991,6	5.149.038,3	858.173,05	107.271,63

Tabla 8.

Bajo los criterios de utilidad bruta se caracterizan las consecuencias económicas de la siguiente manera:

CONSECUENCIAS ECONOMICAS		
Criterio	Porcentaje económico	Valor en pesos
Catastrófica (5)	40%	2.059.615,32
Grave (4)	25-40%	1.287.259,57 - 2.059.615,32
Severo (3)	15-25%	772.355,74 - 1.287.259,57
Importante (2)	1-15%	51.490,4 - 772.355,74
Marginal (1)	-1%	- 51.490,4

Tabla 9.

Después de analizar los riesgos económicos la matriz RAM resulta:

MATRIZ RAM MADERAS EL CEIBAL									
CONSECUENCIAS					PROBABILIDAD				
Personas	Económica	Ambiental	Imagen de la empresa		A	B	C	D	E
Una muerte	Catastrófica	Masivo	Internacional	5	M	M	A	A	MA
Incapacidad Permanente	Grave	Mayor	Nacional	4	B	M	M	A	A
Incapacidad Temporal	Severo	Localizado	Regional	3	N	B	M	M	A
Lesión Menor	Importante	Menor	Local	2	N	N	B	B	M
Lesión leve	Marginal	Leve	Interno	1	N	N	N	B	B
Ninguna lesión	Ninguna	Ninguno	Ninguno	0	N	N	N	N	N

Tabla 10.

- A = No Ha ocurrido en la industria
- B = Ha ocurrido en la industria
- C = Ha ocurrido en la empresa
- D = Ha ocurrido varias veces al año
- E = Ha ocurrido varias veces al mes

Código de colores		
	MA	Muy Alta
	A	Alta
	M	Media
	B	Baja
	N	Ninguna

Tabla 11.

Pasos para usar la Matriz

La Matriz de Evaluación de Riesgos constituye una herramienta útil que ayuda a trazar procedimientos y objetivos estratégicos relacionados con los riesgos e interpretar en términos de niveles de riesgos tolerables las actividades de riesgo en la empresa.

La matriz esta dividida en dos secciones la primera son las consecuencias y la segunda las probabilidades; cuando se va analizar los posibles riesgos se deben tener en cuenta los ámbitos personales, económicos, ambientales e imagen de la empresa.

Si una misma situación puede recibir varias calificaciones siempre se tomará la más riesgosa.

4.3.2 Tiempo Promedio para Fallar (TPPF)

Este indicador mide el tiempo promedio que es capaz de operar el equipo a capacidad sin interrupciones, dentro del período considerado; este constituye un indicador indirecto de la confiabilidad del equipo o sistema. El Tiempo Promedio para Fallar también es llamado "Tiempo Promedio Operativo" o "Tiempo Promedio hasta la Falla".

Para el desarrollo del TPPF se procede a indagar a los operarios de los equipos, pues en la empresa no posee registro de fallos en los equipos. Estos registros servirán como punto de partida para el desarrollo de la planificación del mantenimiento.

4.3.3 Tiempo Promedio para Reparar (TPPR)

Es la medida de la distribución del tiempo de reparación de un equipo o sistema. Este indicador mide la efectividad en restituir la unidad a condiciones óptimas de operación una vez que la unidad se encuentra fuera de servicio por un fallo, dentro de un período de tiempo determinado.

El Tiempo Promedio para Reparar es un parámetro de medición asociado a la mantenibilidad, es decir, a la ejecución del mantenimiento.

La mantenibilidad, definida como la probabilidad de devolver el equipo a condiciones operativas en un cierto tiempo utilizando procedimientos prescritos, es una función del diseño del equipo (factores tales como accesibilidad, modularidad, estandarización y facilidades de diagnóstico, facilitan enormemente el mantenimiento).

Para un diseño dado, si las reparaciones se realizan con personal calificado y con herramientas, documentación y procedimientos prescritos, el tiempo de reparación depende de la naturaleza del fallo y de las mencionadas características de diseño.

El TPPR se desarrolla de igual forma que el TPPF, se tuvieron en cuenta las mismas condiciones de adquisición de la información.

TPPF Y TPPR		
Equipo	TPPF	TPPR
Sierra Sin fin grande	2 meses	2 horas
Sierra Sin fin pequeña	3 meses	1 hora
Sierra Radial	6 meses	2 horas
Sierra Péndulo	4 meses	2 horas
Sierra Circular	6 meses	1 hora
Canteadora grande	4 meses	4 horas
Canteadora pequeña	8 meses	3 horas
Cepilladura	6 meses	2 horas
Figuradota	10 meses	1 hora
Trompo	6 meses	4 horas
Lijadora	12 meses	2 horas
Afiladora	24 meses	6 horas
Equipo de soldadura	12 meses	8 horas

Tabla 12.

4.3.4 Disponibilidad

La disponibilidad es una proporción de horas de trabajo en el cual la maquina esta en perfectas condiciones de funcionamiento. A través del estudio de los factores que influyen sobre la disponibilidad, el TPPF y el TPPR, es posible para la gerencia evaluar distintas alternativas de acción para lograr los aumentos necesarios de disponibilidad.

Es un indicador que puede mostrar la eficiencia en la gestión de mantenimiento la disponibilidad de los activos de la empresa.

El indicador de disponibilidad evalúa eficiencia tanto de los equipos como del recurso humano, permitiendo de esta manera a la directiva como al equipo de mantenimiento poder gestionar de manera más eficiente. El conocimiento de este indicador da a conocer la confiabilidad de los equipos.

Para calcular el indicador de disponibilidad se utiliza la siguiente fórmula:

$$Disp = \frac{TPPF}{TPPF + TPPR} * 100$$

DISPONIBILIDAD	
Equipo	disponibilidad
Sierra Sin fin grande	99.86 %
Sierra Sin fin pequeña	99.95 %
Sierra Radial	99.95 %
Sierra Péndulo	99.93 %
Sierra Circular	99.97 %
Canteadora grande	99.86 %
Canteadora pequeña	99.94 %
Cepilladora	99.95 %
Figuradora	99.98 %
Trompo	99.90 %
Lijadora	99.98 %
Afiladora	99.96 %
Equipo de soldadura	99.08 %

Tabla 13.

4.3.5 Factor de Utilización:

La utilización también llamada factor de servicio, mide el tiempo efectivo de operación de un activo durante un período determinado. El factor de utilización están definidos a partir de tres criterios que dependen de las horas de utilización del equipo por semana, estas son:

DENOMINACIÓN DE UTILIZACIÓN		
Denominación		Tiempo en Horas semanales
A	Alto	44 a 25
M	Medio	24 a 10
B	Bajo	9 a 0

Tabla 14.

FACTOR DE UTILIZACION	
Equipo	Factor de utilización
Sierra Sin fin grande	A
Sierra Sin fin pequeña	A
Sierra Radial	B
Sierra Péndulo	A
Sierra Circular	B
Canteadora grande	A
Canteadora pequeña	B
Cepilladora	M
Figuradora	M
Trompo	B
Lijadora	B
Afiladora	B
Equipo de soldadura	B

Tabla 15.

4.3.6 Equipos Críticos

Con base a los análisis anteriores se pueden determinar cuales son los equipos críticos en Maderas el Ceibal.

Equipos Críticos
Sierra sin fin Grande
Sierra Péndulo
Canteadora Grande

Tabla 16.

5. SELECCIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO DE MADERAS EL CEIBAL.

Luego de analizar y estudiar los diferentes indicadores que interviene en los diferentes equipos de la empresa en los capítulos anteriores donde se explica y se justifica cada uno de ellos, se ha determinado que para maderas el Ceibal es pertinente implementar diferentes tipos de mantenimientos los cuales fueron definidos en el primer capítulo.

A continuación para cada equipo se realizará unas instrucciones de mantenimiento a realizar y una breve descripción de lo que es el equipo en si y su función.

Procedimiento para el mantenimiento preventivo:

1. Se realizo el reconocimiento de las partes criticas del equipo las cuales se consideraron en base a información por operadores y libros de mantenimiento de maquinas y herramientas.
2. Se definió un formato en donde se indican los procedimientos a seguir para el mantenimiento de cada accesorio del equipo para evitar la falla operacional del equipo.
3. Para cada equipo que se describirá se anexará el formato pertinente.

5.1 Sierra Sin fin

Es un equipo que consta de un motor el cual esta conectado a una rueda dentada y a una sierra, la cual corta los troncos a un grosor determinado.

Este es el primer proceso al cual se somete la madera. Maderas el Ceibal posee dos de estas máquinas, por tener igual configuración el formato de mantenimiento preventivo es igual para ambas.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
Equipo	Sierra Sin Fin	Código:	CO0100
Accesorio	Procedimiento		Frecuencia
Motor eléctrico	Limpieza de bornera		6 meses
	Revisión de cableado		3 meses
	Lubricación de Rodamientos		2 meses
	Ajuste acoples		Anual
Sistema de Transmisión	Ajuste Cadena		2 meses
	Ajuste Correas		2 meses
	Limpiar el aserrín		Diario
	Engrasar		Semanal
Cuchilla	Revisar alineación		Mensual
	Verificar filo		15 Días
	Limpieza de dientes		Diario
Rueda Dentada	Verificar Ajuste		15 Días
	Lubricación		Semanal
	Limpieza		Diario
	Revisión de Rodamientos		Mensual

Tabla 17.

5.1.1 Sierra Sin fin Grande

Esta sierra es fabricada por una industria barranquillera de nombre SANTY, tiene una edad de 20 años y su máxima producción 2000 pie de corte por día.

5.1.2 Sierra Sin fin Pequeña

Esta sierra es fabricada por una industria barranquillera de nombre SANTY, tiene una edad de 15 años y su máxima producción 1500 pie de corte por día. (Ver Anexo B).



Gráfica 5

5.2 Sierra Péndulo



Esta sierra consta de un motor y una rueda de corte suspendida de un eje que tiene un movimiento oscilante, fue fabricada por los empleados de maderas el Ceibal y su función es cortar el largo a los listones de madera.

Gráfica 6

MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
Equipo	Sierra Péndulo	Código:	CO0104
Accesorio	Procedimiento	Frecuencia	
Motor eléctrico	Limpieza de bornera	6 meses	
	Revisión de cableado	3 meses	
	Lubricación de Rodamientos	2 meses	
	Ajuste acoples	Anual	

Sistema de Transmisión	Ajuste Cadena	2 meses
	Ajuste Correas	2 meses
	Limpiar el aserrín	Diario
	Engrasar	Semanal
Cuchilla	Revisar alineación	Mensual
	Verificar filo	15 Días
	Limpieza de dientes	Diario
Manivela	Verificar presión de cierre	Semanal
	Lubricación	Semanal
	Limpieza	Diario

Tabla 18.

5.3 Canteadora

Es un equipo que se utiliza para enderezar los listones de madera después de pasar por las sierras, no produce ningún tipo de desgaste; consta de un motor y un rodillo que hace deslizar la madera entre dos placas paralelas.

Maderas el Ceibal posee dos canteadoras una en el área de producción de estibas y otra en la ebanistería.



Gráfica 7

Al igual que la sierra sin fin las canteadoras tienen el mismo principio de funcionamiento y las mismas partes, por esto se resumen su mantenimiento en una tabla.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
Equipo	Canteadora	Código:	AC0201
Accesorio	Procedimiento		Frecuencia
Motor eléctrico	Limpieza de bornera		6 meses
	Revisión de cableado		3 meses
	Lubricación de Rodamientos		2 meses
	Ajuste acoples		Anual
Rodillo	Alineación		2 meses
	Ajuste de Correa		2 meses
	Limpiar el aserrín		Diario
	Engrasar		Semanal

Tabla 19.

5.3.1 Canteadora Grande

Se localiza en el área de producción de estibas, fue realizada por Hurtado, una empresa antioqueña dedicada a la producción de equipos de carpintería, su uso es constante.

5.3.2 Canteadora Pequeña

Se localiza en el área de ebanistería es marca De Walt. (Ver anexo B)

5.4 Cepilladora

Tiene la función de pulir la madera y dar un mejor acabado superficial, su marca es Hurtado.



Gráfica 8.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
Equipo	Cepilladora	Código:	AC0301
Accesorio	Procedimiento	Frecuencia	
Motor eléctrico	Limpieza de bornera	6 meses	
	Revisión de cableado	3 meses	
	Lubricación de Rodamientos	2 meses	
	Ajuste acoples	Anual	
Sistema de Transmisión	Ajuste Cadena	2 meses	
	Ajuste Correas	2 meses	
	Limpiar el aserrín	Diario	
	Engrasar	Semanal	
Torpedo	Revisar alineación	15 Días	
	Lubricación	15 Días	
	Limpieza de cuchillas	Diario	
Mesa	Lubricación de rosca	Diario	
	Limpieza	Diario	

Tabla 20.



5.5 Afiladora

Afila la cinta de la sierra sin fin consta de un motor, varias poleas y una piedra que otorga filo a los dientes de la sierra, es de marca Hurtado.

Tiene 10 años dentro de la empresa.

Gráfica 9.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
Equipo	Afiladora	Código:	SV0701
Accesorio		Procedimiento	Frecuencia
Motor eléctrico	Limpieza de bornera		6 meses
	Revisión de cableado		3 meses
	Lubricación de Rodamientos		2 meses
	Ajuste acoples		Anual
Poleas	Alineación al eje		3 meses
	Ajuste Correas		2 meses
	Limpiar el aserrín		Diario
	Engrasar		Semanal
Piedra	Cambio		2 meses
	Lubricación		Diario
	Limpieza de superficie		Diario

Tabla 21.



5.6 Equipo de Soldadura

El equipo de soldadura se utiliza para unir la cinta de corte de la sierra sin fin utiliza soldadura con Argón y es de marca Lincon.

Gráfica10.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
Equipo	Equipo de Soldadura	Código:	SV0801
Accesorio		Procedimiento	Frecuencia
Cables	Verificación de continuidad		Diario
	Verificación de aislamiento		Diario
	Verificación de conectores		Diario

Porta electrodos	Verificación y ajuste del resorte	Diario
	Verificación del aislamiento	Diario
	Limpieza de conector	Semanal
Transformador	Prueba resistividad	6 meses
	Revisión de cables	15 Días
	Limpieza	15 días
	Revisión de aislamiento	Mensual
	Revisión de conexiones	mensual

Tabla 22.



5.7 Figuradora

Este equipo es utilizado para hacer figuras o muescas en los listones es de marca Hurtado, consta de un motor y una cuchilla flexible.

Gráfica 11.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
Equipo	Figuradora	Código:	AC0401
Accesorio	Procedimiento		Frecuencia
Motor eléctrico	Limpieza de bornera		6 meses
	Revisión de cableado		3 meses
	Lubricación de Rodamientos		2 meses
	Ajuste acoples		Anual
Sierra	Verificar estado de los dientes		Mensual
	Ajuste de Correa		2 meses
	Limpiar el aserrín		Diario
	Engrasar		Semanal

Tabla 23.



5.8 Sierra Radial

Corta el espesor de las piezas tiene una función similar a la sierra sin fin, es marca De Walt y posee una sierra radial y un motor.

Gráfica 12.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
Equipo	Sierra radial	Código:	EB0103
Accesorio	Procedimiento		Frecuencia
Motor eléctrico	Limpieza de bornera		6 meses
	Revisión de cableado		3 meses
	Lubricación de Rodamientos		2 meses
	Ajuste acoples		Anual
Sistema de Transmisión	Ajuste Cadena		2 meses
	Ajuste Correas		2 meses
	Limpiar el aserrín		Diario
	Engrasar		Semanal
Cuchilla	Revisar alineación		Mensual
	Verificar filo		15 Días
	Limpieza de dientes		Diario

Tabla 24.

5.9 Sierra Circular

Corta la longitud de los listones de madera, fue fabricada por los trabajadores de Maderas el Ceibal, su funcionamiento es similar a la sierra de péndulo. Consta de un motor y una rueda dentada empotrada sobre una mesa.



Gráfica 13.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
Equipo	Sierra Circular	Código:	EB0105
Accesorio	Procedimiento	Frecuencia	
Motor eléctrico	Limpieza de bornera	6 meses	
	Revisión de cableado	3 meses	
	Lubricación de Rodamientos	2 meses	
	Ajuste correas	Anual	
Cuchilla	Revisar alineación	Mensual	
	Verificar filo	15 Días	
	Limpieza de dientes	Diario	

Tabla 25.



Gráfica 14.

5.10 Trompo

Realiza figuras en el contorno de la pieza, en este mecanismo el trompo posee unas cuchillas que giran en torno a su eje y la pieza es sujeta por el operario, es de marca Santy y posee un motor y las cuchillas.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
Equipo	Trompo	Código:	EB0501
Accesorio	Procedimiento	Frecuencia	
Motor eléctrico	Limpieza de bornera	6 meses	
	Revisión de cableado	3 meses	
	Lubricación de Rodamientos	2 meses	
	Ajuste correas	Anual	
Cuchilla	Revisar alineación	Mensual	
	Verificar filo	15 Días	
	Limpieza de dientes	Diario	

Tabla 26.

5.11 Lijadora

Su función es otorgar un excelente acabado superficial para muebles finos, es de marca Santy y consta de un motor y un rodillo recubierto de lijas.



Gráfica 15.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
Equipo	Lijadora	Código:	EB0601
Accesorio	Procedimiento	Frecuencia	
Motor eléctrico	Limpieza de bornera	6 meses	
	Revisión de cableado	3 meses	
	Lubricación de Rodamientos	2 meses	
	Ajuste correas	Anual	
Rodillo	Revisar alineación	Semanal	
	Cambio de lijas	A necesidad	

Tabla 27.

CONCLUSIONES

El desarrollo de un plan de mantenimiento es fundamental para que los indicadores de calidad y confiabilidad de los procesos productivos de MADERAS EL CEIBAL alcancen un mayor nivel de eficiencia que les permita incrementar su competitividad en el ámbito local y nacional.

Con la ejecución de esta monografía se entrega esta valiosa herramienta de control a la empresa, para la cual fue necesaria la realización una serie de visitas y entrevistas en las que se indagó al personal de mantenimiento, sobre las técnicas utilizadas para la ejecución de las distintas labores de mantenimiento. Como resultado de esto se pudo constatar la carencia de registros históricos de las máquinas.

Dada la carencia de registros históricos hubo la necesidad de desarrollar indicadores de gestión de mantenimiento que permitieran cuantificar a través del análisis de las utilidades los criterios de riesgo para adecuar la matriz RAM, la cual permite identificar los posibles impactos: económicos, ambientales, al personal y a la imagen de la empresa.

A partir del tiempo promedio de falla y tiempo promedio de reparación se dispuso hallar la disponibilidad de los equipos, la cual permite estimar el tiempo con que se puede contar con el equipo según las condiciones de diseño y el factor de utilización para determinar los equipos críticos y los malos actores en el proceso productivo, es decir los factores determinantes que influyen en la pérdida de eficiencia de las maquinas. Teniendo en cuenta lo anterior se determinó que la mejor medida tendiente al logro de los objetivos es el desarrollo de labores de mantenimiento preventivo, del cual se ha podido confirmar su efectividad en muchos otros estudios, y que para éste en particular resulta el más adecuado.

RECOMENDACIONES

Para implementar el plan de mantenimiento propuesto en esta monografía se deben tener en cuenta todos los indicadores planteados, se debe hacer una recopilación completa de todos los datos suministrados por los equipos a lo largo de los procesos de mantenimiento para poder crear un historial de cada equipo y así poder hacer un mejor análisis de su comportamiento.

Sería aconsejable hacer una reorganización de la planta y las maquinas teniendo en cuenta la secuencia del proceso productivo y la geometría de cada maquina y como contribuye esta en la elaboración del producto.

También se debería revisar la seguridad de los empleados, pues muchas de estas maquinas trabajan con sierras y con otros elementos cortantes, que son peligrosos y que podrían causar un incidente de consecuencias mayores.

RESUMEN

Esta monografía se basa en un plan de mantenimiento para la empresa Maderas el Ceibal. Esta empresa esta dedicada a la fabricación de estibas, venta de madera y en casos especiales construcción de muebles sobre pedido.

Maderas el Ceibal esta adecuando toda su infraestructura para obtener la certificación en calidad ISO 9000; por tal motivo las directivas de la empresa dispusieron de realizar un plan de mantenimiento para toda la maquinaria del proceso de fabricación de estibas y ebanistería.

Este trabajo contiene de forma general la bases teóricas del mantenimiento como definición, tipos de mantenimiento, pasos y en definitiva una guía para relacionarse con el tema, a continuación se tratan aspectos como la descripción de la empresas, su planta física, sus equipos, para finalmente brindar un plan de mantenimiento que se adapte a las necesidades y requerimientos de la empresa.

La labor de recolección de datos fue un poco dispendiosa pues la empresa no contaba con una base de datos histórica de los equipos, así que se debió formar la hoja de vida de los equipos a partir de los cuestionamiento hechos a los operarios.

Por último se ofrecen conclusiones y recomendaciones de la labor desarrollada para una mejor eficiencia y confiabilidad de la maquinaria de la empresa Maderas el Ceibal.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Apuntes de Clase de materia de mantenimiento.
- Asturio Baldin, Luciano Frlanetto, Antonio Roversi, Francesco Turco - Manual de Mantenimiento de Instalaciones Industriales - versión castellana de la 3ª edición italiana - Ed. Gustavo Gili , Barcelona, España, 1982 - ISBN: 84-252-1131-X
- Börge Idhammar - Maintenance & Reliability - Ed. Idhammar Forlag AB, Södertälje, Suecia, 1986 - Publicado en Uruguay por UNIT, 1989 - ISBN 91-970632-1-5
- Diccionario el pequeño Larousse Ilustrado, décima edición, ediciones Larousse, 2004.
- Ing. Adolfo Kunsch Oelkers - Mantenimiento - Ed. Oficina de publicaciones UDELAR, Montevideo, Uruguay, 1979
- La productividad en el mantenimiento industrial, Dounce Villanueva, Enrique México, D. F : Cecsca, 1989.
- Memorias del Minor de Mantenimiento Industrial
- Morrow, L. C. Manual de mantenimiento industrial: organización, ingeniería mecánica, eléctrica, química, civil; México, D. F. Cecsca, 1974.
- Principios de mantenimiento Cartagena de Indias, 2000
- www.plant-maintenance.com
- www.mt-online.com
- www.datstream.net

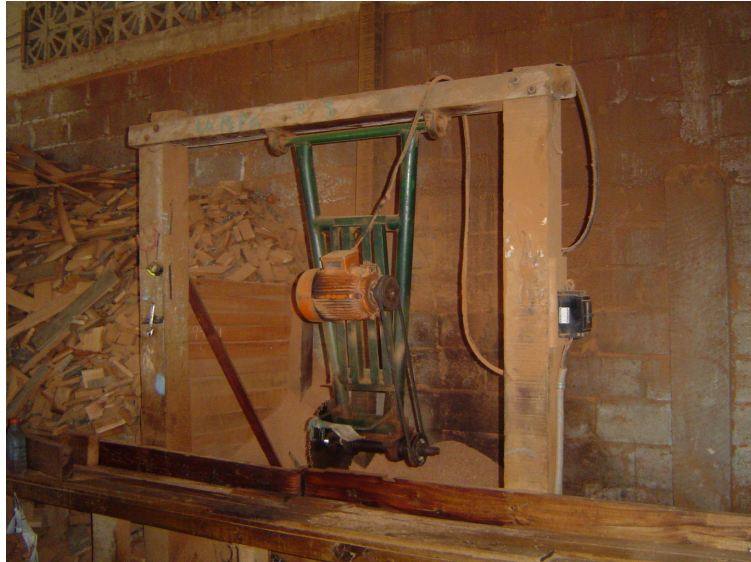
ANEXO B



SIERRA SIN FIN GRANDE



SIERRA SIN FIN PEQUEÑA



SIERRA PÉNDULO



CANTEADORA GRANDE



CANTEADORA PEQUEÑA



CEPILLADORA



AFILADORA



MAQUINA PARA SOLDAR



FIGURADORA



SIERRA RADIAL



SIERRA CIRCULAR



TROMPO



LIJADORA



ESTIBAS



FACHADA DE LA EMPRESA