

**IMPLEMENTACION DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO EN METAL PREST LTDA.**

RAUL H. ORAMAS MUÑOZ

JEISON ACEVEDO SIBAJA

**UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE BOLIVAR
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
CARTAGENA DE INDIAS**

2004

**IMPLEMENTACION DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO EN METAL PREST LTDA.**

MONOGRAFIA

RAUL H. ORAMAS MUÑOZ

JEISON ACEVEDO SIBAJA

ING. MECANICO

**UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE BOLIVAR
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
CARTAGENA DE INDIAS**

2004

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Cartagena de indias,

AGRADECIMIENTOS

Todos nuestros agradecimientos a:

Dagoberto Vanegas, Jefe de taller de la METAL PREST LTDA. en Cartagena, por su total colaboración y apoyo en la realización de este proyecto.

Norberto Lucas Tordecilla, Gerente de la empresa METAL PREST LTDA, por su confianza al permitirnos ingresar a la empresa para la realización de este proyecto.

A los profesores del Minor de Mantenimiento, Alfonso Núñez, Benjamín Arango, Julio Burbano cuyas ganas de enseñar de verdad, y enseñanzas no solo académicas; fueron el mayor estímulo para hacer de este Minor una gran experiencia de vida.

Así mismo a todas aquellas personas que directa o indirectamente colaboraron con el desarrollo de este proyecto

Cartagena de indias,

**SEÑORES:
COMITÉ DE GRADO
Facultad de ingeniería mecánica
Universidad tecnológica de Bolívar
la ciudad**

Con la presente me permito someter para su estudio, consideración y aprobación la monografía titulada **“IMPLEMENTACION DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN METAL PREST LTDA.”**, realizada por los estudiantes Raúl Hernando Oramas Muñoz y Jeison Acevedo Sibaja, para obtener el titulo de ingeniero Mecánico

Cordialmente,

Raúl H. Oramas Muñoz

Jeison Acevedo Sibaja

Cartagena de Indias,

Señores

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

Programa de Ingeniería Mecánica

Respetados Señores:

Por medio de la presente, me permito presentar a ustedes para su estudio, consideración y aprobación el trabajo de grado titulado **“IMPLEMENTACION DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN METAL PREST LTDA.”**, realizado por los estudiantes Raúl Hernando Oramas Muñoz y Jeison Acevedo Sibaja, como requisito para obtener el título de Ingeniero Mecánico.

Agradeciendo la atención prestada,

Atentamente,

Asesor del Proyecto

AUTORIZACIÓN

Cartagena de Indias,

Yo, Raúl Hernando Oramas Muñoz identificado con la Cédula de Ciudadanía 8.852.723 de Cartagena (Bolívar), autorizo a la Universidad Tecnológica de Bolívar para hacer uso de mi trabajo de grado y publicarlo en el catálogo on-line de la Biblioteca.

RAUL H. ORAMAS MUÑOZ

AUTORIZACIÓN

Cartagena de Indias,

Yo Jeison Acevedo Sibaja, identificado con la Cédula de Ciudadanía 73.193.294 de Turbaco (Bolívar), autorizo a la Universidad Tecnológica de Bolívar para hacer uso de mi trabajo de grado y publicarlo en el catálogo on-line de la Biblioteca.

JEISON ACEVEDO SIBAJA

RESUMEN

El mantenimiento es una combinación de acciones técnicas destinadas a retener o restaurar un activo en un estado en el que pueda desempeñar su función dentro de unos parámetros permitidos de eficiencia, costo, seguridad y medio ambiente.

El concepto de mantenimiento está totalmente relacionado con la confiabilidad, esa es la esencia de esta actividad, la confiabilidad en que la planta funcionará continuamente sin paradas indeseadas con las consecuentes pérdidas económicas. Un equipo que opera en forma segura, funcional y mantiene una buena apariencia da beneficios económicos y permite mantener una productividad real a la empresa. Toda empresa busca tener un departamento de mantenimiento cuya función sea lograr la optimización de los recursos humanos, económicos, físicos, administrativos y técnicos. Dicho de otra manera que produzca

mucho y pida poco. El sistema preventivo nació en los inicios del siglo XX, (1910). Sin embargo su desarrollo más fuerte se alcanza después de mediados de siglo, y es el sistema que responde a los requerimientos de esa etapa.

Este mantenimiento preventivo también es denominado "mantenimiento planificado", o Periódico por cuanto sus actividades están controladas por el

tiempo. Se basa en la Confiabilidad de los Equipos sin considerar las peculiaridades de una instalación dada.

Está basado en inspecciones, medidas y control del nivel de condición de los equipos y detecta las fallas antes de que se desarrollen en una rotura u otras interferencias en producción.

La característica principal de este tipo de Mantenimiento es la de inspeccionar los equipos y detectar las fallas en su fase inicial, y corregirlas en el momento oportuno.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	15
OBJETIVOS	16
1. MANTENIMIENTO	17
1.1 OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO	18
1.2 CONCEPTOS BÁSICOS	19
1.2.1 VIDA UTIL DE UN EQUIPO	19
1.2.2 DISPONIBILIDAD	19
1.1.3 CONFIABILIDAD	20
1.2.4 MANTENIBILIDAD	20
1.2.5 ORDEN DE TRABAJO	21
2. TIPOS DE MANTENIMIENTO	21
2.1 MANTENIMIENTO PREDICTIVO	21
2.1.1 MONITOREO DE LA CONDICION	22
2.1.2 TRIBOLOGIA	23
2.1.3 TERMOGRAFIA	24
2.1.4 ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS	24
2.1.5 BOROS COPIA	25
2.1.6 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL MANTENIMIENTO PREDICTIVO	25
2.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO	26
2.2.1 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO	27
2.3 MANTENIMIENTO PREVENTIVO	27
2.3.1 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL MANTENIMIENTO	

PREVENTIVO	30
3. DESARROLLO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO	31
3.1 PRESENTACION DE LA EMPRESA	31
3.2 PLANEACION	31
3.3 INVENTARIO DE LOS EQUIPOS	32
3.4 CODIFICACION DE LOS EQUIPOS	33
3.4.1 UBICACIÓN DEL EQUIPO	34
3.4.2 CONSECUTIVO	34
3.4.3 CLASE DE EQUIPO	35
3.4.4 DISPONIBILIDAD DEL EQUIPO	36
3.5 CODIFICACION FINAL DE EQUIPOS	37
3.6 RECOLECCION DE DATOS	38
3.6.1 MANTENIMIENTO RECOMENDADO PARA TORNOS	39
3.6.1.1 CABEZAL	39
3.6.1.2 CAJA DE ENGRANAJES	39
3.6.1.3 CARRO LONGITUDINAL Y TRANVERSAL	40
3.6.1.4 LUBRICACION PARA TORNOS	40
3.6.1.5 PROCEDIMIENTO DE LUBRICACIÓN PARA TORNOS	42
3.6.1.6 TIPOS DE FALLA COMUNES PRESENTADOS EN TORNOS EN METAL PREST LTDA	43
3.6.2 MANTENIMIENTO RECOMENDADO PARA MAQUINAS DE SOLDAR ELECTRICAS	44
3.6.3 MANTENIMIENTO RECOMENDADO PARA TALADROS	45
3.6.4 MANTENIMIENTO RECOMENDADO PARA ESMERILES	46
3.6.5 MANTENIMIENTO RECOMENDADO PARA CEPILLOS	47
3.6.6 MANTENIMIENTO RECOMENDADO PARA COMPRESORES	47
3.6.7 MANTENIMIENTO GENERAL PARA HORNOS	48
3.6.8 MANTENIMIENTO GENERAL PARA FRESAS	49

4. IMPLEMENTACION DE TABLA DINÁMICA EN EXCEL PARA PROGRAMAR EL MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS	50
5. CONCLUSIONES	54
BIBLIOGRAFÍA	56
ANEXOS	57

LISTA DE TABLAS

	Pág.
TABLA 1: Inventario de equipos Metal Prest Ltda.	32
TABLA 2: Numero distintivo del consecutivo según Sección	35
TABLA 3: Clase de equipo según características Especificas	35
TABLA 4: Disponibilidad del equipo	36
TABLA 5: Lista de equipos codificados	37
TABLA 6: Procedimiento de lubricación para tornos	42
TABLA 7: Aceite recomendados para lubricación de tornos	43
TABLA 8: Frecuencia optima de mantenimiento para maquinas de soldadura eléctrica	44
TABLA 9: Frecuencia optima de mantenimiento para Taladros	45
TABLA 10: Frecuencia optima de mantenimiento para	

Esmeriles	46
TABLA 11: Frecuencia optima de mantenimiento para Cepillos	47
TABLA 12: Frecuencia optima de mantenimiento para Compresores	48
TABLA 13: Frecuencia optima de mantenimiento para Hornos	48
TABLA 14: Frecuencia optima para mantenimiento de Fresas	49

LISTA DE FIGURAS

Pág.

FIGURA 1: Vista general de tabla dinámica de Excel 50

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1: División de la empresa Metal Prest Ltda. por secciones	58
ANEXO 2: Formato de Orden de Trabajo	59

INTRODUCCIÓN

Este trabajo se realizará con el fin de crear un plan de mantenimiento programado en la empresa METAL PREST LTDA, este plan de mantenimiento contiene información necesaria para entender y evaluar el proceso de mantenimiento de esta empresa.

En la implementación del plan de mantenimiento para la empresa METAL PREST LTDA, se desarrollaron pasos fundamentales para la realización del plan de mantenimiento como codificación de los equipos, toma de la estadísticas de fallas mas frecuentes y recomendación de técnicas de mantenimiento.

Con este trabajo se podrá demostrar la importancia del mantenimiento en cualquier empresa independiente del trabajo que esta realiza, resaltando la importancia de la lubricación de los equipos ya que de este proceso depende en gran parte el buen funcionamiento de los equipos y por tanto mayor tiempo de la vida útil de los mismos.

OBJETIVOS

OBJETIVOS GENERALES

- ◆ Identificar y analizar las actividades que deben realizarse para implementar un programa de mantenimiento que optimice el funcionamiento de la empresa.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ◆ Analizar los factores que inciden en los daños de los equipos.
- ◆ Evitar paradas innecesarias por reparaciones en la empresa.
- ◆ Brindar seguridad a los operarios de la empresa mediante una estructura de mantenimiento que les proporcione confianza al momento de manejar sus equipos.
- ◆ Optimizar el funcionamiento de los equipos de la empresa.

1. MANTENIMIENTO

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

Toda empresa busca tener un departamento de mantenimiento cuya función sea cumplida la optimización de los recursos humanos, económicos, físicos, administrativos y técnicos. Dicho de otra manera que produzca mucho y pida poco.

Desde el mismo diseño de los equipos se debe contemplar el mantenimiento. La vida útil y el tiempo promedio entre fallas es una consideración muy importante para tener en cuenta. El costo inicial de un equipo no debe ser el determinante para su adquisición, pero un estudio formal y detallado sobre los costos de compra y de mantenimiento durante su ciclo de vida, darán un excelente información para poder escoger la mejor alternativa, ahorrándose

gastos inesperados a lo largo de su vida útil. No siempre la opción de compra más barata será la más económica a lo largo del tiempo de uso de una máquina. La vida útil representa el periodo de tiempo que trabajará en forma eficiente una máquina. Hay un punto a partir del cual mantenerla en operación representa un gasto superior a los beneficios que se obtienen.

1.1 Objetivos y alcance del mantenimiento

El mantenimiento de instalaciones y equipos como practica común persigue los siguientes objetivos:

- Permite la utilización del capital invertido en condiciones seguras durante el tiempo esperado como vida útil de instalación
- Preservar o conservar el valor de la planta y de sus equipos, minimizando el desgaste y el deterioro
- Disminuir los costos en operación y en mantenimiento para aumentar los beneficios en el desarrollo de la actividad industrial

- Maximizar la disponibilidad de la maquinaria para la actividad productora para que cumpla así con las funciones para las cuales fueron construidas

1.2 Conceptos básicos

1.2.1 Vida útil de un equipo

La vida útil representa el periodo de tiempo que trabajará en forma eficiente una máquina. Hay un punto a partir del cual mantenerla en operación representa un gasto superior a los beneficios que se obtienen. Mas adelante en el capítulo sobre Organización del Mantenimiento se hablará un poco mas sobre lo concerniente a la adquisición de equipos.

1.2.2 Disponibilidad

Al referirnos a una máquina tiene que ver con la relación de tiempo que está operando o en capacidad de hacerlo en condiciones seguras comparado con el tiempo total. También se aplica el término Disponibilidad a la capacidad técnica administrativa de tener en existencia un material (repuesto o insumo), listo para su uso en el lugar y el momento oportuno.

1.2.3 Confiabilidad

Es la probabilidad de que un equipo o sistema no falle dentro del tiempo y condiciones de operación previstas. Su valor se da relacionado con un nivel confianza. Se puede concluir que es el grado de seguridad de que algo que funcione vaya a funcionar de acuerdo con lo esperado.

1.2.4 Mantenibilidad

Es la probabilidad de que a un equipo o sistema se le pueda dar el mantenimiento planeado en su diseño, incluyendo materiales, tiempo y mano de obra. Dicho de otra forma es la economía y la facilidad para dar mantenimiento. Se busca que sea en el menor tiempo posible, con el mínimo de materiales y con la menor y menos calificada mano de obra. Se dice que la mantenibilidad es alta cuando el mantenimiento requerido por la máquina es mínimo, obteniéndose una excelente economía.

1.2.5 ORDEN DE TRABAJO

Documento escrito en donde se plasman los síntomas o causas de las fallas y sus formas de solución, además en este formato se anotan datos del equipo, tiempo disponible, horas hombre para la realización del trabajo, además este formato debe quedar registrado en una base de datos para alimentar el historial de fallas del equipo en cuestión.

2. TIPOS DE MANTENIMIENTO

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

2.1 Mantenimiento Predictivo

Es la aplicación de la tecnología en el proceso de detección temprana para verificar y detectar cambios de condiciones, lo que permite intervenciones mas oportunas y precisas. Es el efecto de predecir o anteponerse a un evento que no presenta síntoma aparente. El Mantenimiento Predictivo depende de una serie Técnicas (Herramientas, Equipos, Conocimientos,

métodos, procedimientos y filosofías) que aplicados en armonía logran con efectividad su objetivo. Su principal objetivo es Predecir eventos en Maquinarias y Sistemas que puedan interferir con el proceso productivo y tomar acciones para evitarlos. Este tipo de mantenimiento depende de algunas técnicas tales como monitoreo de la condición, tribología, termografía, ensayos no destructivos, boros copia y como técnica adicional se aplican correctivos de precisión como alineación y balanceo. Fácil no es, definir cada una de estas técnicas ya que las mismas son áreas de especialización dentro del campo del Mantenimiento Predictivo, pero a continuación damos una breve reseña de cada una de ellas.

2.1.1 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 finalidad del monitoreo por condición es obtener una indicación de la condición (mecánica) o estado de salud de la máquina, de manera que pueda ser operada y mantenida con seguridad y economía. En general, consiste en estudiar la evolución temporal de ciertos parámetros y asociarlos a la evolución de fallos, para así determinar en que período de tiempo ése fallo va a tomar una relevancia importante, para así poder

planificar todas las intervenciones con tiempo suficiente para que ese fallo nunca tenga consecuencias graves.

2.1.2 Tribología

Analiza los fenómenos relacionados con la fricción y el desgaste obteniendo resultados del análisis Físico Químico de los aceites lubricantes de las maquinarias, tales como la viscosidad, punto de llama, ácido total y números bajos y la cantidad de partículas en el lubricante. La viscosidad relaciona a la habilidad del lubricante de reducir la fricción creada por el movimiento entre las partes, el número ácido total determina el nivel de la oxidación del lubricante, el número bajo total relaciona a los aditivos lubricantes y Midiendo el punto de chispa se revela la magnitud de dilución de combustible lubricante.

2.1.3 Termografía

Consiste en el monitoreo de las temperaturas de operación de los sistemas (Mecánicos y Eléctricos) a través de rayos infrarrojos. Que utilizan un tipo de cámaras especiales. Las cámaras infrarrojas pueden tomar una foto del calor del equipo, mostrando las bandas de temperatura coloreadas en forma diferente. Cualquier patrón de calor anormal, tendencias o la temperatura cuantitativa (las manchas calientes) debe analizarse e interpretarse. Algunos problemas comunes descubiertos por esta técnica son la fricción excesiva al girar el equipo, escapes en trampas de vapor, incineradores dañados u hornos y situaciones de sobrecarga eléctricas.

2.1.4 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)

2.1.5 Boros Copia

Se enfoca en la ampliación de las imágenes que podemos visualizar para alcanzar espacios diminutos durante cualquier inspección.

Entre una lista de técnicas para el Mantenimiento Predictivo las antes mencionadas son las más importantes, aunque los estudios seguirán arrojando muchas mas de estas. La aplicación de las mismas dependerá de un análisis costo beneficios adecuado a la unidad productiva.

2.1.6 Ventajas y Desventajas del Mantenimiento Predictivo

MANTENIMIENTO PREDICTIVO	
VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ol style="list-style-type: none">1. Es muy confiable2. Obtiene el máximo rendimiento de los componentes sin arriesgar el equipo3. Evita paradas indeseables4. Permite una adecuada planeación5. se puede hacer el diagnostico con el equipo en servicio6. compara perfil de operación	<ol style="list-style-type: none">1. Es costoso2. Requiere equipos de diagnostico especializados y costosos en algunos casos3. Requiere personal entrenado y con experiencia para la fase de diagnostico4. No esta al alcance de todas las empresas5. su implementación requiere de una buena inversión

2.2 Mantenimiento Correctivo:

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

El encargado de avisar de la averías es el propio usuario de los equipos y el encargado de las reparaciones el personal de mantenimiento.

Uno de los principales inconvenientes de este tipo de mantenimiento es que el usuario del equipo dara parte de la avería hasta que esta le impida continuar trabajando. Si a esto sumamos que el personal encargado del uso de los equipos no es experto en averías, pasara por alto ruido y anomalías que pueden preceder al fallo se puede presentar una consecuencia de gran magnitud al llevar el equipo al limite de su funcionamiento ya que el fallo inicial puede agravarse o incurrir en problemas a otros componentes de mayor importancia.

2.2.1 Ventajas y Desventajas del Mantenimiento Correctivo

MANTENIMIENTO CORRECTIVO	
VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ol style="list-style-type: none">1. Se obtiene hasta el ultimo rendimiento de las partes2. no requiere planeamiento3. no requiere un stock cuidadoso de repuestos4. relativamente es menos costoso	<ol style="list-style-type: none">1. no da confiabilidad2. no permite planear las paradas de la planta3. no se pueden calcular los costos en que incurrirá cuando la falla se presente4. puede causar dalo de partes correlacionadas con la averiada5. no permite planear adecuadamente el recurso humano6. pueden presentarse fallas que afecten al personal

2.3 Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo consiste en una serie de acciones que se ejecutan en un programa basado en el tiempo transcurrido o basado en el

tiempo de servicio del equipo. Estas acciones se realizan para descubrir, evitar, o mitigar la degradación de un sistema (o sus componentes).

La meta de un mantenimiento preventivo es minimizar la degradación del sistema y de sus componentes y así sostener la vida útil del equipo. Los programas de Mantenimiento Preventivo, se realizan en base a recomendaciones de los fabricantes del equipo, donde de antemano, se aseguran en muchas ocasiones, de no correr ningún riesgo de falla, protegiendo la garantía, a costa de incrementar la frecuencia de mantenimiento.

La insuficiencia o el exceso de Mantenimiento Preventivo aplicado a los equipos tendrá consecuencias negativas que afectaran tanto a Disponibilidad de los mismos como a la Confiabilidad en la operación, por lo anterior es de vital importancia determinar la frecuencia optima de Mantenimiento a los equipos y evitar caer en un submantenimiento o en un sobremantenimiento que en ambos casos reflejan altos costos y baja disponibilidad. En el caso de caer en submantenimiento se obtiene un bajo costo de Mantenimiento Preventivo pero un alto costo de Mantenimiento Correctivo, lo que produce perdidas productivas por baja disponibilidad a causa de fallas en el equipo y asi mismo incurre en un alto costo por consumo e inventario de refacciones. En el otro caso un sobremantenimiento produce un alto costo de

Mantenimiento Preventivo y un bajo costo de Mantenimiento Correctivo de esta manera se obtienen perdidas productivas por baja disponibilidad debido al exceso de paros programados de mantenimiento al equipo.

Un buen programa de mantenimiento preventivo debe incluir:

- Inspecciones periódicas de los activos de la planta y de sus equipos con el objetivo de descubrir condiciones que puedan causar fallas en los equipos o una depreciación perjudicial
- Efectuar el mantenimiento necesario para arreglar o corregir tales condiciones mientras están en la etapa no peligrosa y antes de que alcancen mayores proporciones
- Un programa de mantenimiento preventivo rendirá beneficios muy superiores a su costo
- Un buen programa de mantenimiento preventivo dara como resultado, menos horas de parada de producción como resultado de menores paradas de la maquinaria o los equipos
- Menor conservación de los activos y aumento de su vida promedio como resultado de la eliminación del reemplazo prematuro de la maquinaria y de los equipos
- Reducción del costo de las reparaciones

- Mejor control de los inventarios de repuesto mediante la utilización de los mismos repuestos
- Mejores relaciones industriales al disminuir paradas que producen pérdidas de tiempo y de incentivo

2.3.1 Ventajas y Desventajas del Mantenimiento Preventivo

MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
VENTAJAS	DESVENTAJAS
1. Confiabilidad 2. Permite un adecuado planeamiento de recursos 3. Permite parar los equipos cuando se planea y no cuando se daña 4. Es mas seguro para el personal 5. Evita daños de partes correlacionadas con las que se someta a mantenimiento 6. Mayor vida útil de las maquinas 7. Incrementa las disponibilidad	1. Se puede desperdiciar tiempo de vida de partes que se cambien 2. Es relativamente costoso 3. Exige planeación y programación 4. Exige un stock adecuado de partes y repuestos 5. Exige una logística adecuada

3. DESARROLLO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

3.1 PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA

NOMBRE	METAL PREST Ltda.
DIRECCIÓN	BOSQUE, TRANSV. 54 No. 28-100
CIUDAD	CARTAGENA
TELEFONOS	6673777
GERENTE	NORBERTO LUCAS TORDECILLA

3.2 Planeación

Es el proceso mediante el cual se determinaran los pasos necesarios o requeridos antes de empezar a desarrollar el plan de mantenimiento, en esta etapa es necesario tener información básica de los activos de la empresa como, fallas mas comunes de los equipos, mantenimiento que se esta realizando, y tener información provenientes de expertos en la materia.

3.3 Inventario de los equipos

El inventario de los equipos es una lista de los equipos de la empresa, se elabora con el fin de tener una identificación de todos los equipos.

1. Torno Winston	14. Fresa Ponar – Remo
2. Torno Yunnan	15. Taladro Fablamp
3. Torno Niles VEB	16. Esmeril TK industrial
4. Rectificadora Covet	17. Taladro
5. Torno Imor	18. Maquina de soldadura eléctrica TR - 250AC/DC
6. Esmeril	19. Maquina de soldadura eléctrica Miller stock
7. Torno South Bend	20. Cortadora Ficep
8. Cepillo Cincinnati	21. Prensa Hidraulica (chatarra no sirve)
9. Troqueladora	22. Sierra KLAEGER
10. Fresa Romi	23. Prensa hidráulica KR Wilson
11. Fresa Brown and Shape	24. Compresor Buckeye Nat
12. Torno Machine NR Van Leer	25. Maquina de soldadura eléctrica DIP - PAK250
13. Taladro Pratt - n – Whitney	26. Horno Thermolyne
	27. Horno

TABLA 1. Inventario de Equipos METAL PREST LTDA.

3.4 Codificación de los equipos

La codificación de los equipos permite llevar un control de activos tanto al equipo mantenedor como la dirección de la empresa, visualizar la zona y ubicación de los equipos sin necesidad de ir a la zona de trabajo.

Código:

XX-XXX-X-X

Para determinar la codificación de los equipos tendremos en cuenta los siguientes parámetros:

- ◆ UBICACIÓN DEL EQUIPO
- ◆ CONSECUTIVO
- ◆ CLASE DE EQUIPO
- ◆ DISPONIBILIDAD

3.4.1 Ubicación del equipo

En conjunto con el jefe de taller se determinó que la empresa **METAL PREST LTDA.** Se divide en tres secciones principales:

1. Sección de maquinas herramientas. **(MH)**
2. Sección de soldadura. **(SO)**
3. Sección de tratamientos térmicos. **(TT)**

Las letras en paréntesis corresponden a las dos primeros caracteres del código.

3.4.2 Consecutivo

Referente al numero de equipos existentes en la empresa y se llevara a cabo de acuerdo a la ubicación del equipo, de tal forma que las tres secciones identificadas en la empresa tendrán números consecutivos que comienzan desde el X01 hasta la existencia de equipos en esa zona XXX, teniendo en cuenta que el primer digito hace referencia al tipo de equipo (torno, fresa....), y los dos siguientes al numero de existencias de ese tipo de equipo, tomando como base la siguiente tabla:

SECCION	EQUIPO	No. DISTINTIVO
MAQUINAS HERRAMIENTAS	Tornos	0
	Fresadoras	1
	Troqueladoras	2
	Taladros	3
	Cepillos	4
	Esmeriles	5
	Rectificadoras	6
	Prensas	7
	Cortadoras - Sierras	8
SOLDADURA	Soldadura eléctrica	0
	Soldadura oxiacetilénica	1
TRATAMIENTOS TERMICOS	Hornos	0
	Compresores	1

TABLA 2. Numero distintivo del consecutivo según la sección

3.4.3 Clase de equipo

Los equipos se clasificaran según características esenciales:

TIPO/PROCESO	CARACTERISTICAS	CLASE
MAQUINAS HERRAMIENTAS	MECANIZADO	M
SOLDADURA	ELECTRICA - OXIACETILENICA	S
HORNOS	TRATAMIENTOS TERMICOS	H

TABLA 3. Clase del equipo según características específicas

3.4.4 Disponibilidad del equipo

La disponibilidad de los equipos se cuantificara de acuerdo con la siguiente nomenclatura:

DISPONIBILIDAD	
PRINCIPAL	A
STANDBY	B
UNICO	C

TABLA 4. Disponibilidad del equipo

- ◆ De tal manera que para un equipo que este en funcionamiento constantemente y este tenga un equipo de reserva en caso que falle se le dara la clasificación de equipo principal y se identificara con la letra **A**.
- ◆ Si el equipo es un equipo dispuesto a ponerse en marcha en el momento que el equipo principal, del cual es reserva falle o se saque por alguna razon de operación de manera que no se pare la producción entonces este equipo será calificado con la letra **B** y será un equipo en Standby.
- ◆ En el caso que el equipo no tenga un equipo que lo reemplace en caso de falla o si es sacado de funcionamiento parando la producción drásticamente, este equipo será un equipo único y se calificara con la letra **C**.

3.5 Codificación final de equipos METAL PREST LTDA.

	EQUIPOS	CODIGO
1	Torno Winston	MH - 001 - M - C
2	Torno Yunnan	MH - 002 - M - C
3	Torno Niles VEB	MH - 003 - M - C
4	Rectificadora Covel	MH - 601 - M - C
5	Torno Imor (fuera de servicio)	MH - 004 - M - C
6	Esmeril	MH - 501 - M - C
7	Torno south Bend	MH - 005 - M - C
8	Cepillo Cincinnati	MH - 401 - M - C
9	Troqueladora Mikulin	MH - 201 - M - C
10	Fresadora Romi	MH - 101 - M - C
11	Fresadora Brown and sharpe	MH - 102 - M - C
12	Torno Machine NR Van Leer	MH - 006 - M - C
13	Taladro Pratt - n - Whitney Co	MH - 301 - M - C
14	Fresadora Ponar - Remo	MH - 103 - M - C
15	Taladro Fablamp	MH - 302 - M - C
16	Esmeril TK industrial	MH - 502 - M - C
17	Taladro heavy duty	MH - 303 - M - C
18	Maquina de soldadura eléctrica TR - 250AC/DC	SO - 001 - S - C
19	Maquina de soldadura eléctrica Miller stock	SO - 002 - S - C
20	Cortadora Ficep	MH - 801 - M - C
21	Prensa hidráulica (chatarra -- no sirve)	MH - 701 - M - C
22	Sierra KLAEGER	MH - 802 - M - C
23	Prensa hidráulica KR Wilson Inc.	MH - 702 - M - C
24	Compresor Buckeye Nat	TT - 101 - H - C
25	Maquina de soldadura eléctrica DIP - PAK250	SO - 003 - S - C
26	Horno Thermolyne model	TT - 001 - H - C
27	Horno	TT - 002 - H - C

Tabla 5. Lista de equipos codificados

3.6 Recolección de datos

Los programas de Mantenimiento, inicialmente fueron realizados en base a recomendaciones de los fabricantes del equipo, donde de antemano, se aseguraban en muchas ocasiones, de no correr ningún riesgo de falla, protegiendo la garantía, a costa de incrementar la frecuencia de mantenimiento.

Con el tiempo se han mejorado en algunos casos con la experiencia del personal dichos programas, se han mejorado también los métodos de trabajo, el personal tiene mayor experiencia, se han sustituido o modernizado los equipos, el desempeño del equipo es satisfactorio y los objetivos en los índices de Mantenimiento son ya fácilmente alcanzables, por lo tanto adecuar las frecuencias de Mantenimiento del equipo a las condiciones actuales es ya requerido.

Se tomaron datos procedentes de manuales del fabricante y de los operadores con el fin de determinar las partes mas criticas de cada uno de los equipos y poder determinar la frecuencia optima del mantenimiento a realizar en cada uno de estos, y asi obtener la mayor eficiencia de estos.

3.6.1 Mantenimiento recomendado para tornos

Teniendo en cuenta las partes mas criticas se determino una frecuencia de mantenimiento para tornos de la siguiente forma:

3.6.1.1 Cabezal

Se recomienda realizar el cambio de aceite cada 2 meses, de modo que este siempre este lubricado, y obtener la mayor eficiencia del mismo.

Se recomienda mirar la ventana de nivel del aceite semanalmente.

3.6.1.2 Caja de engranajes

Es una de las partes mas criticas del equipo como tal se recomienda realizar el cambio de aceite cado 6 meses para obtener un mayor rendimiento.

3.6.1.3 Carro longitudinal y transversal

Se recomienda la lubricación diaria de este componente en específico ya que está expuesto a muchas impurezas que resultan del maquinado de diferentes piezas.

3.6.1.4 lubricación para tornos

La lubricación es la modificación de las características de fricción y la reducción de los daños y desgaste en la superficie de dos sólidos que se mueven en relación entre sí.

Aunque las sustancias de uso más frecuentes como lubricantes han sido aceites o grasas, pueden ser adecuados muchos otros materiales de naturaleza muy diferente. Los sólidos y los fluidos se emplean como lubricantes. El lubricante desempeña, con frecuencia, funciones simples: como protección contra la herrumbre y la corrosión, sellador y para arrastrar o suspender los contaminantes.

El concepto de lubricante como parte en las consideraciones en un proyecto, han ayudado a dar importancia necesaria a los aspectos de la lubricación en

el funcionamiento de mecanismos y ha dado como resultado un rendimiento más satisfactorio de dichos mecanismos. Los fabricantes y proveedores de equipos seleccionan los lubricantes aptos para las condiciones de operación que se esperan para ese equipo en particular, es de vital importancia seguir las recomendaciones de los proveedores.

Para asegurar la operación apropiada de la máquina y mantener la exactitud original para el funcionamiento de la precisión en períodos largos, es de vital importancia que todas las superficies friccionantes sean limpiadas a fondo en servicio y correctamente lubricada en horario para reducir el desgaste de las piezas de la máquina y emparejar su funcionamiento.

Es de vital importancia seguir las siguientes instrucciones:

- Todos los puntos de lubricación deben ser lubricados de acuerdo con el diagrama de lubricación antes de realizar cualquier intervención.
- Para asegurar una suficiente lubricación, el nivel de aceite en las cajas debe alcanzar la línea roja medio pasada encima hasta el tope, pero no debe estar muy alto, de otra manera el aceite se derramara. Por esto el

nivel de aceite debe ser chequeado frecuentemente y así añadir aceite como se requiera para mantener el nivel de aceite cuando no este en uso.

3.6.1.5 Procedimiento de lubricación para tornos

PROCEDIMIENTO DE LUBRICACION

No.	SITIO DE LUBRICACION	METODOS DE LLENADO	METODOS DE LUBRICACION	CANTIDAD DE ACEITE	ACEITE RECOMENDADO No.	FECHA DE CAMBIO DE ACEITE
1	Cabezal	Abriendo el casquillo de la parte superior	Empapamiento	Hasta el nivel indicado en la ventana	1	Cada dos meses
2	Caja de engranajes	Abriendo la cubierta del casquillo de aceite	"	"	2	Cada seis meses
3	Carro longitudinal y transversal	Abriendo la tuerca en la cubierta superior	"	"	2	Reaprovisione regularmente
4	Otros componentes	Usar pistola de aceite	Operación manual	2	Diariamente	"
5	Barra de alimentación automática	"	"	"	2	"
6	Contra punta	"	"	"	2	"
7	Tornillo de posicionamiento	"	"	"	2	"
8	Soporte del tornillo de posicionamiento	"	"	"	2	"
9	Bancada	El aceite viene del carro long. Y transversal automáticamente cuando se presiona la barra de aceite	"	"	2	"

Tabla 6. Procedimiento de Lubricación para tornos

La anterior tabla nos muestra la frecuencia optima de mantenimiento para las partes criticas del los tronos en general.

Se recomiendan varios tipos de lubricante para obtener la mayor eficiencia de los tornos entre los que se destacan:

Aceite recomendado No.	Mobil	Esso	Shell
1	D .Y. E. 20 *	Tellessso 40	Fellus 27
2	Vactra no. 2	Febis k - 53	Tonna oil 27

Tabla 7. Aceites recomendados para lubricación de tornos

3.6.1.6 Tipo de fallas comunes presentadas por los Tornos en METAL PREST LTDA.

Esta frecuencia de mantenimiento se desarrollo teniendo en cuenta fallas comunes en este tipo de equipos como son:

- ◆ Los atascamiento de partes móviles como lo es la contrapunta.
- ◆ Desgaste general de la bancada.
- ◆ Desgaste de los piñones.
- ◆ Ruptura de la rosca de la pinola.
- ◆ Ruptura del resorte del automático.

Otro tipo de falla común presentado por los tornos es el atascamiento del carro móvil, esta atascamiento es el resultado de las partículas despedidas por el maquinado de piezas en fundición, ya que esta viruta por así llamarla es muy fina y entra fácilmente en las partes móviles contaminando el lubricante presente lo que ocasiona el atascamiento de las partes que son vitales en el funcionamiento del torno, por eso es recomendable que después de maquinar una pieza en fundición se realice inmediatamente la limpieza y la lubricación de esta.

3.6.2 Mantenimiento recomendado para maquinas de soldadura eléctricas

Tomando como referencia las partes, mas criticas como lo son porta electrodos, transformador, conexiones, cableado.

Se determinó la siguiente frecuencia optima de mantenimiento.

ACCESORIOS	FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO
Transformador	6 meses
Conexiones	Semanal
Cableado	Diario
Porta electrodos	6 meses

Tabla 8. Frecuencia optima de mantenimiento para maquinas de soldadura eléctrica

El mantenimiento del transformador consiste en la limpieza general del mismo.

3.6.3 Mantenimiento recomendado para taladros

Tomando como referencia las partes, mas criticas como lo son rodamiento del motor eléctrico, cremallera, caja de velocidades.

ACCESORIOS	FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO
Rodamiento del motor eléctrico	6 meses
Caja de velocidades	6 meses
Cremallera	Diario

Tabla 9. Frecuencia optima de mantenimiento para Taladros

El mantenimiento de los accesorios mencionados en la tabla anterior consiste en la lubricación y la limpieza general de los equipos.

Además el mantenimiento diario que se debe realizar en este equipo es de vital importancia ya que se evitan los atascamientos de las partes móviles del taladro.

3.6.4 mantenimiento recomendado para Esmeriles

Tomando las partes mas criticas se determino la siguiente frecuencia de mantenimiento.

TAREA	FRECUENCIA
Limpieza polvo general	3 meses
Revisión de los rodamientos	3 meses

Tabla 10. Frecuencia optima de mantenimiento para Esmeriles

Se recomienda para la limpieza general de los esmeriles usar un compresor de aire para retirar el polvo del interior del esmeril.

Al momento de la revisión del rodamiento, si es necesario hacer el cambio del mismo se recomienda retirar el rodamiento con sumo cuidado, usar las herramientas adecuadas para no dañar otros componentes que afecten el funcionamiento del esmeril.

3.6.5 Mantenimiento recomendado para Cepillos

Se realizo la siguiente frecuencia de mantenimiento en cuenta sus partes mas criticas

ACCESORIO	FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO
Poleas y Correas	6 meses
Lubricación del motor eléctrico	3 meses
Engrase sistema de velocidades	Anual
Lubricación del torpedo	Diario
Lubricación porta cuchilla	Diario
Rosca Horizontal y vertical	Diario

Tabla 11. Frecuencia optima de mantenimiento para Cepillos

Además, se recomienda la limpieza general del sistema de velocidades cada tres meses para asi obtener un optimo funcionamiento del mismo.

La limpieza general de todo el equipo se recomienda diariamente.

3.6.6 Mantenimiento recomendado para Compresores

Se realizo la siguiente frecuencia de mantenimiento teniendo en cuenta sus partes mas criticas

ACTIVIDAD	FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO
Chequeo del nivel de aceite	Diario
Revisar escapes de aire	Mensual
Cambio de aceite	6 meses
Limpiar filtro de aire	Semanal
Limpiar partes externas	Semanal
Pruebas de seguridad de válvulas	Semanal

Tabla 12. Frecuencia optima de mantenimiento para Compresores

3.6.7 Mantenimiento general para Hornos

Se realizo la siguiente frecuencia de mantenimiento en cuenta sus partes mas criticas.

ACTIVIDAD	FRECUENCIA DE MANTENIMIETO
Limpieza de escoria	Semanal
Revisión de refractario	Semanal
Cambio de refractario	6 meses

Tabla 13. Frecuencia optima de mantenimiento para Hornos

3.6.8 Mantenimiento general para Fresas

Se realizo la siguiente frecuencia de mantenimiento en cuenta sus partes mas criticas.

ACTIVIDAD	FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO
Limpieza general después de cada trabajo	Diario
Revisión del nivel de aceite para cambio del mismo	6 meses
Revisión del estado de las correas para su cambio	6 meses

Tabla 14. Frecuencia optima de mantenimiento para fresas

4. IMPLEMENTACION DE TABLA DINÁMICA EN EXCEL PARA PROGRAMAR EL MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS

			Diciembre			Enero		
	Equipo	Codigo	Programado	Realizado	Estado	Programado	Realizado	Estado
7	Torno Winston	MH - 001 - M - C	15/11/2004	15/11/2004	Listo			
8			15/11/2004		Atrazada			
9			23/11/2004		Por realizar			
11	Torno Yunnan	MH - 002 - M - C						
14	Torno Niles VEB	MH - 003 - M - C						
16	Rectificadora Covel	MH - 601 - M - C						
17	Torno Imor	MH - 004 - M - C	FUERA DE SERVICIO----					
18	Esmeril	MH - 501 - M - C						
20	Torno south Bend	MH - 005 - M - C						
23	Cepillo Cincinnati	MH - 401 - M - C						
24								
25								
26	Troqueladora	MH - 201 - M - C						
27	Fresadora Romi	MH - 101 - M - C						
28	Fresadora Brown and sharpe	MH - 102 - M - C						
30	Torno Machine NR Van Leer	MH - 006 - M - C						
31								

Este grafico nos muestra en forma general la tabla dinámica que se utilizo en Metal Prest Ltda. para la programación de Mantenimiento Preventivo para los equipos. La primera columna nos indica el **equipo**, la columna siguiente el **código** de cada uno de los equipos de la columna anterior, inmediatamente después encontramos por cada mes tres columnas así, la primera de ellas es la columna **Programado** que debe consignarse con la fecha que se programo el mantenimiento para cada uno de los equipos. La segunda columna de cada uno de los meses designada con el nombre **Realizado** que

nos indica la fecha en la cual se realizo la intervenci3n al equipo. La ultima columna de cada uno de los meses designada con el nombre **Estado** nos indica si el mantenimiento esta **listo, por realizar** o **atrasado**.

			Diciembre		
	Equipo	Codigo	Programado	Realizado	Estado
5					
6					
7			15/11/2004	15/11/2004	Listo
8	Torno Winston	MH - 001 - M - C			
9					
10		*Mantenimiento diario: -Lubricar carro longitudinal y transversal. -Lubricacion de la cola de milano. -Lubricacion otros componentes.			
11	Torno Yunnan				
12					
13					
14	Torno Niles VEB	M			
15					
16	Rectificadora Covet	MH - 601 - M - C			
17	Torno Imor	MH - 004 - M - C	FUERA DE SERVICIO----FUERA DE S		
18	Esmeril	MH - 501 - M - C			
19					
20	Torno south Bend	MH - 005 - M - C			
21					
22					
23	Cepillo Cincinnati	MH - 401 - M - C			
24					
25					
26	Troqueladora	MH - 201 - M - C			
27	Fresadora Romi	MH - 101 - M - C			
28	Fresadora Brown and sharpe	MH - 102 - M - C			
29					
30	Torno Machine NR Van Leer	MH - 006 - M - C			
31					

Esta tabla es de f3cil uso como vemos en esta figura una vez se coloca el puntero del mouse sobre alguna de las celdas que tenga en su esquina

superior derecha un triangulo rojo, de esta se desplegara un comentario en el cual encontraremos datos relacionados al mantenimiento que se le debe realizar al equipo, teniendo en cuenta que si el comentario se encuentra en la columna de **equipo** este comentario se desplegara en base al mantenimiento diario que se debe realizar.

		Diciembre			Enero		
Equipo	Codigo	Programado	Realizado	Estado	Programado	Realizado	Estado
		15/11/2004	15/11/2004	Listo			
Torno Winston	MH - 001 - M - C	15/11/2004		Atrazada			
		23/11/2004		Por realizar			
Torno Yunnan	MH - 002 - M - C						
Torno Niles VEB	MH - 003 - M - C						
Rectificadora Covel	MH - 601 - M - C						
Torno Imor	MH - 004 - M - C	FUERA DE SERVICIO-----FUERA DE SERVICIO-----FUERA DE SERVICIO-----F					
Esmeril	MH - 501 - M - C						
Torno south Bend	MH - 005 - M - C						
Cepillo Cincinnati	MH - 401 - M - C	28/12/2004		Por realizar			
Troqueladora	MH - 201 - M - C	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> *Limpieza general del sistema de velocidades *Lubricacion del rodamiento del motor electrico </div>					
Fresadora Romi	MH - 101 - M - C						
Fresadora Brown and sharpe	MH - 102 - M - C						
Torno Machine NR Van Leer	MH - 006 - M - C						

Esta figura nos muestra un comentario desplegado al ubicar el puntero del mouse sobre una de las celdas ubicadas en la columna de **programado** este tipo de comentarios representan el mantenimiento que se debe efectuar cada tanto de tiempo y depende de la fecha que se encuentra en la celda del

comentario, como vemos en este ejemplo dicha celda tiene una fecha de 28/12/2004 y vemos que la casilla de estado aparece por realizar. En cada mes aparecerá una fecha de programación y de esta manera se sabrá si el mantenimiento es mensual, trimestral o semestral.

Si la fecha de programación de mantenimiento no se cumple la tabla dinámica automáticamente cambiara de estado, es decir, pasara del estado ***por realizar*** a ***atrasada***.

5. CONCLUSIONES

Podemos concluir acerca de la implementación de plan de mantenimiento para la empresa METAL PREST LTDA. que en el desarrollo de un buen plan de mantenimiento se hace importante el conocimiento de la información sobre los equipos y su estado.

En empresas que no tienen un historial acerca de fallas de los equipos que poseen, esta información es mas difícil de recopilar, dicha información debe provenir de mányales de fabricantes pero es de gran importancia la información que puedan brindar los operarios que son los que están mucho mas ligados con el desempeño de la maquinaria que tiene la empresa.

Es importante destacar el buen impacto que tiene el poseer un plan de mantenimiento para cualquier empresa, ya que con este de una u otra forma se conocerán datos o factores que nos darán

muestra del estado de los equipos de esta forma se tomaran decisiones en el momento de realizar cualquier trabajo sobre ellos.

En la gestión del plan de mantenimiento es de vital importancia que exista un compromiso de parte de todas las ramas que conforman la empresa, ya que a final de cuentas una buena o mala gestión del mantenimiento de parte de los entes que conforman la empresa, dicha gestión se vera reflejada en costos que sumaran o se restaran a las ganancias de la empresa.

Para finalizar vale destacar que nuestro plan de mantenimiento representara un mecanismo por medio del cual la empresa METAL PREST LTDA. optimizara su producción, es decir, que no tendrá paradas de producción imprevistas que dificulten el desarrollo y el cumplimiento de trabajos de parte de la misma.

BIBLIOGRAFÍA

http: // www.solomantenimiento.com

http: // www.aciem.org

http: // www.aem.es

http: // www.cam-mantenimiento.com.ar

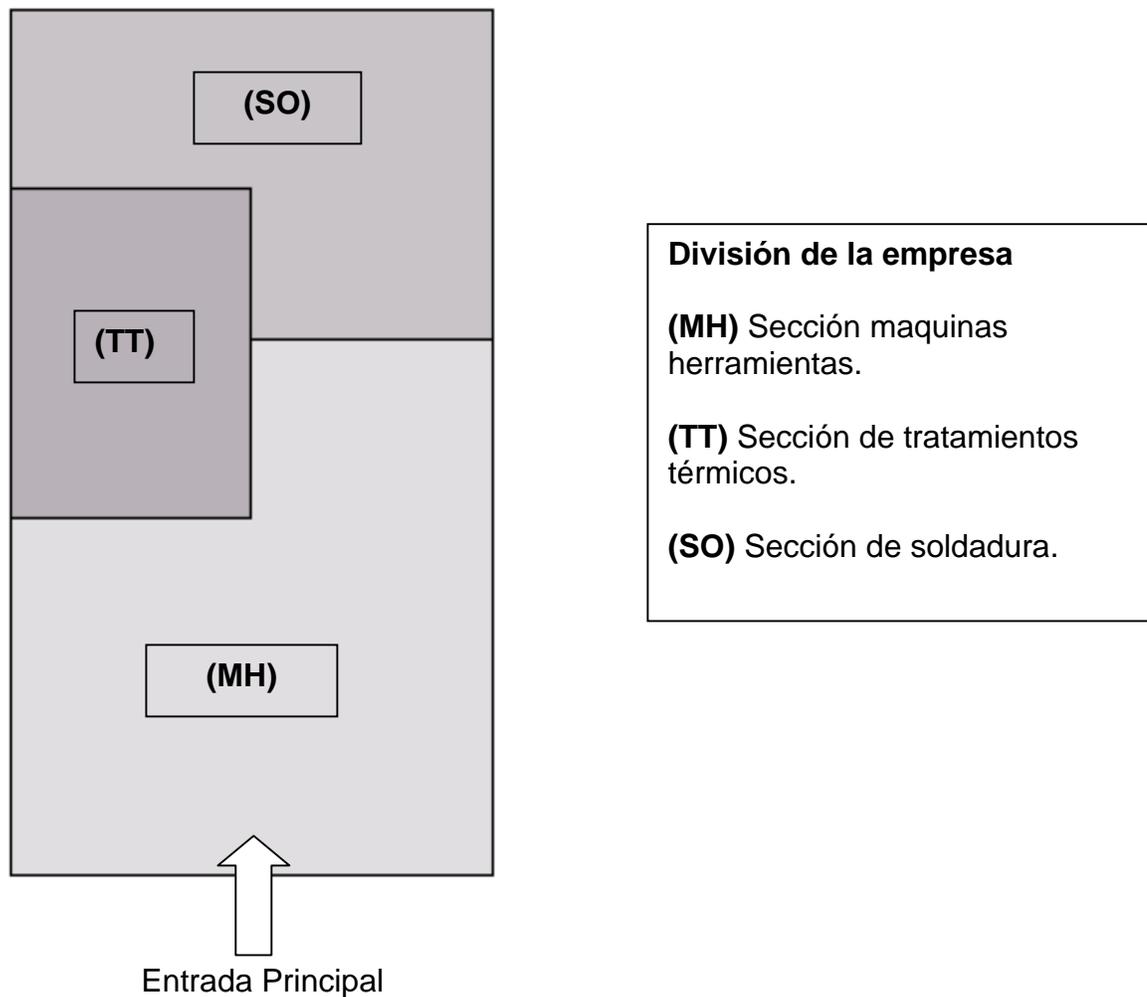
Memorias Minor en Mantenimiento Industrial.

LOPEZ, José Manuel. Mecánica de Taller (Torno, Fresa). Ed. Cultural S.A.
España 1988.

MORROW, L, C. Manual de mantenimiento industrial. México Continental,
1974.

ANEXOS

ESQUEMA DE LA EMPRESA



En el grafico anterior se muestra un pequeño esquema de las instalaciones de la empresa METAL PREST LTDA.

FORMATO ORDEN DE TRABAJO

FECHA

METAL PREST Ltda.

METALMECANICA DE PRECISION EL TROQUEL

CODIGO DE EQUIPO

ORDEN DE TRABAJO No.

--

PRIORIDAD	ACTIVIDAD POR REALIZAR
EMERGENCIA <input type="checkbox"/>	
MANTENIMIENTO PREVENTIVO <input type="checkbox"/>	
PARADA <input type="checkbox"/>	

FECHA DE RECIBO	FECHA DE ENTREGA	RESPONSABLE

DESCRIPCION DEL TRABAJO EFECTUADO

TOTAL H/HR.	COSTO TOTAL	FECHA DE CIERRE	ENCARGADO DE MTTO