

**PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LOS EQUIPOS DE FUNDICIÓN Y  
METALMECÁNICA DE LA EMPRESA FUMECO LTDA**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS  
PROGRAMA DE ING. MECÁNICA**

**GERNIN GUTIERREZ RAMIREZ  
LUIS CARLOS ATENCIO CORONADO**



**MAYO 28 DE 2004**

**PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LOS EQUIPOS DE FUNDICIÓN Y  
METALMECÁNICA DE LA EMPRESA FUMECO LTDA**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS  
PROGRAMA DE ING. MECÁNICA**

**GERNIN GUTIERREZ RAMIREZ  
LUIS CARLOS ATENCIO CORONADO**

**ING. MIGUEL ANGEL ROMERO ROMERO  
DIRECTOR**

**Monografía Presentada para Optar el Título de Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR  
FACULTAD DE INGENIERÍAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
MINORS EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL  
CARTAGENA D. T. Y C. – BOLÍVAR**

Cartagena de Indias D. T. Y C. Mayo 28 de de 2004

Señores:  
Comité de Evaluación de Proyectos  
Universidad Tecnológica De Bolívar  
Programa de Ingeniería Mecánica  
La Ciudad

Respetado señores:

Muy atentamente nos dirigimos a ustedes para presentarles a su consideración, estudio y aprobación, el proyecto de monografía titulado “ **PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LOS EQUIPOS DE FUNDICIÓN Y METALMECÁNICA DE LA EMPRESA FUMECO LTDA**”, como requisito parcial para optar el título de ingenieros mecánicos.

Agradeciendo de antemano la atención prestada de su sabia decisión

Cordialmente,

---

**Gernin Gutiérrez Ramírez**  
C. C. 73.180.197 de Cartagena

---

**Luis Carlos Atencio Coronado**  
C. C. 73.188.464 de Cartagena

**Cartagena de Indias D. T. Y C. Mayo 28 de 2004**

Señores:  
Universidad tecnológica De Bolívar  
Programa de Ingeniería Mecánica  
La Ciudad

Respetados señores:

Mediante la presente, autorizamos la utilización en las bibliotecas de la Universidad tecnológica de Bolívar y la publicación en la Internet con fines exclusivamente académicos la monografía “ **PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LOS EQUIPOS DE FUNDICIÓN Y METALMECÁNICA DE LA EMPRESA FUMECO LTDA**”, realizada por Gernin Gutiérrez Ramírez y Luis Carlos Atencio Coronado, como requisito parcial para obtener el título de Ingenieros Mecánicos. Para mayor constancia se firma y autentica este documento.

Cordialmente,

---

**Gernin Gutiérrez Ramírez**  
C. C. 73.180.197 de Cartagena

---

**Luis Carlos Atencio Coronado**  
C. C. 73.188.464 de Cartagena

**ARTÍCULO 107 DEL REGLAMENTO ACADÉMICO DE LA UNIVERSIDAD  
TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR**

La Universidad se reserva el derecho de propiedad intelectual de todos los trabajos de grado aprobados, los cuales no pueden ser explotados comercialmente si su autorización.

**Cartagena de Indias D. T. Y C., Mayo 28 de 2004**

Señores:  
Comité de Evaluaciones de Proyectos  
Universidad tecnológica De Bolívar  
Programa de Ingeniería Mecánica  
La Ciudad

Respetados señores:

Por medio de la presente me permito ratificar la Asesoría Prestada para monografía “ **PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LOS EQUIPOS DE FUNDICIÓN Y METALMECÁNICA DE LA EMPRESA FUMECO LTDA**”, elaborada por los Estudiantes Gernín Gutiérrez Ramírez y Luis Carlos Atencio Coronado, como requisito para aprobar el “Minors de mantenimiento Industrial” y optar el título de Ingeniero mecánico.

Cordialmente,

---

Miguel Angel Romero Romero  
Ingeniero mecánico  
Director

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

---

---

---

---

\_\_\_\_\_  
**Presidente del Jurado**

\_\_\_\_\_  
**Jurado**

\_\_\_\_\_  
**Jurado**

**Fecha** \_\_\_\_\_

**Universidad Tecnológica de Bolívar  
Cartagena D. T. Y C, junio del 2004**

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Pag.</b>
INTRODUCCION	
1. GESTION DEL MANTENIMIENTO	10
1.1 TIPOS DE MANTENIMIENTO	10
1.1.1 Mantenimiento Correctivo	10
1.1.2 Mantenimiento Preventivo	11
1.1.3 Tecnologías de Diagnostico	14
1.1.3.1 Análisis de vibraciones	14
1.1.3.2 Análisis de lubricantes	15
1.1.3.3 Termografía	15
1.1.3.4 Ultrasonido	16
1.1.3.5 Monitoreo de efectos eléctricos	16
1.1.3.6 Penetrantes	16
1.1.4 Engrase de los Equipos	16
1.1 PLANEACION Y PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO	17
1.2.1 Planeación	17
1.2.2 Programación	17
1.2.3 Elementos del Mantenimiento Planeado	17
1.2.3.1 Administración del plan	17
1.2.3.2 Inventario de las instalaciones	18

1.2.3.3	Identificación del equipo	18
1.2.3.4	Registro de las instalaciones	18
1.2.3.5	Programa específico de mantenimiento	18
1.2.3.6	Especificación del trabajo	19
1.2.3.7	Programa de mantenimiento	19
1.2.3.8	Control del programa	19
2.	FUNDICIONES Y METALMECANICAS	
	DE COLOMBIA (FUMECO LTDA.)	19
2.1	PRESENTACION	19
2.1.1	Identificación de la Empresa	20
2.1.2	Objeto Social	20
2.1.3	Detalles de Servicio	20
2.1.3.1	Fundición	20
2.1.3.2	Mecanizado	21
2.1.3.3	Hidrantes y Válvulas	21
2.1.3.4	Bombas	21
2.1.3.5	Montajes	21
2.1.4	Clientes	21
2.2	PROGRAMA DE MEJORAMIENTO CONTINUO	22
3.	INVENTARIO DE EQUIPOS	22
3.1	JUSTIFICACION	22
3.2	REGISTROS DE LAS INSTALACIONES	23
3.3	REGISTRO DE LA HISTORIA DEL EQUIPO	23
3.4	ANÁLISIS DEL INVENTARIO DE EQUIPOS DE FUMECO LTDA.	23

3.4.1 Reconocimiento de la Planta Física	24
3.4.1.1 Procesos de Fumeco Ltda.	24
3.4.1.1.1 Fundición	24
3.4.1.1.2 Metalmecánica	25
3.4.1.2 Zonas de Trabajo de cada Proceso	25
3.4.2 Reconocimiento de equipos	25
3.4.3 Códigos de Identificación de Equipos	27
3.4.3.1 Codificación de los Procesos	27
3.4.3.2 Codificación de Zonas	27
3.4.3.3 Codificación de Equipos según su Desempeño	28
3.4.3.4 Código Autónomo del Equipo	28
3.4.4 Hoja de Vida del Equipo	30
3.4.4.1 Diseño del Formato	31
4. INDICADORES DE GESTION	31
4.1 INDICADORES DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO	31
4.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS ÍNDICES O INDICADORES DEL MANTENIMIENTO	32
4.3 SELECCIÓN DE INDICADORES DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO	33
4.3.1 Factor de Riesgo	34
4.3.1.1 Adecuación de la Matriz RAM	35
4.3.1.1.1 Análisis de Producción	35

4.3.1.1.1	Función de los Organismos Corporativos para la Obtención de la Información	37
4.3.1.1.2	Procedimiento del Análisis de Producción	37
4.3.1.2	Pasos para usar la Matriz	42
4.3.2	Tiempo Promedio para Fallar (TPPF) - Mean Time To Fail (MTTF)	45
4.3.3	Tiempo Promedio para Reparar (TPPR) - Mean Time To Repair (MTTR)	45
4.3.4	Disponibilidad	47
4.3.5	Factor de Utilización:	48
4.3.6	Relación de Costos	50
5.	SELECCION E IMPLEMENTACION DEL PLAN DE MANTENIMIENTO	55
5.1	Plan de trabajo de mantenimiento:	55
5.1.1.1	Horno Cubilote	57
5.1.1.2	Horno Basculante	59
5.1.1.3	Horno de Crisol	61
5.1.1.4	Torno Somua	62
5.1.1.5	Torno Orn	64
5.1.1.6	Torno South Bend	66
5.1.1.7	Taladro Buffalo	68
5.1.1.8	Taladro Nuevo	69
5.1.1.9	Cepillo	70
5.1.1.10	Motor para Pulir	72
5.1.1.11	Motogenerador	72

5.1.1.12 Sierra Eléctrica	73
5.1.1.13 Maquina de Soldar Lincon-1	74
5.1.1.14 Maquina de Soldar Lincon-2	75
5.1.1.15 Maquina de Soldar Helvi	76
5.1.1.16 Equipos a Correctivos	77
5.1.2 Ronda Estructurada	79
5.2 CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO	81
6. ANÁLISIS DE COSTOS	83
6.1 DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO	83
6.2 DETERMINACIÓN DEL COSTO NETO EQUIPO	85
CONCLUSIONES	
RESUMEN	
BIBLIOGRAFIA	
ANEXOS	

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Inventario de equipo	17
Tabla 2 Codificación de Equipos según su desempeño	19
Tabla 3 Codificación autónoma de cada Equipo	20
Tabla 4 TAG de los Equipos	21
Tabla 5 Utilidades de los Equipos	30
Tabla 6 Costos de Operaciones de los Equipos	31
Tabla 7 Interpretación de Riesgos	34
Tabla 8 Factores de Riesgos de los Equipos	35
Tabla 9 TPPF – TPPR	37
Tabla 10 Disponibilidad de los Equipos	39
Tabla 11 Factor de utilización de costos	43
Tabla 12 Relación de costos	44
Tabla 14 Selección de mantenimiento de base indicadores	45
Tabla 15 Costos mantenimiento anual de cada equipo	75
Tabla 16 Costo neto de los equipos	77

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1 Utilidad Bruta en ventas	32
Cuadro 2 Utilidad Bruta semanal	32
Cuadro 3 Consecuencias económicas para la Empresa	32
Cuadro 4 Equipos críticos	46
Cuadro 5 Cronograma de mantenimiento Fumeco Ltda. 2004	72
Cuadro 6 Cronograma de mantenimiento Fumeco Ltda. 2005	72

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Matriz de Riesgos (RAM)	25
Figura 2 Gráfica de costos de mantenimiento Vs, Cantidad de mantenimiento	27
Figura 3 Matriz de Riesgos Modificada para Fumeco Ltda.	33

## INTRODUCCION

Hoy en día las organizaciones manufactureras y de servicios se encuentran en un panorama funcional basado en la competitividad, lo que indica que cada día que pasa las obliga de una u otra forma a ofrecer productos con alta calidad conllevando a las directivas e ingenieros a optimizar todos sus procesos de producción y prestación de servicios.

El mantenimiento como sistema desempeña una función clave para lograr este objetivo contribuyendo con la contabilidad de los equipos particularmente con la disminución de paradas de los equipos en los procesos de producción, minimizar los costos y aumentar la productividad, mejorar la calidad del producto o servicio.

FUMECO Ltda. Es una empresa de prestación de servicio cuyo objetivo principal para este año es mejorar al máximo la prestación de servicio de fabricación de piezas fundidas y maquinado de piezas con miras a obtener en un futuro cercano la certificación de la calidad (ISO 9001) por lo tanto, la buena gestión de los protagonistas principales de sus procesos (los equipos) contribuyen de gran forma con dichas metas.

Este trabajo pretende presentar de una forma sencilla lo relacionado con la planeación y programación del mantenimiento de los equipos de fundición y metalmecánica de FUMECO Ltda., a través de criterios aprendidos en el mantenimiento industrial, enfocado desde un punto de vista netamente administrativo, apoyándonos en los indicadores de gestión de mantenimiento los cuales juegan un papel muy importante dentro del desarrollo de la organización del mantenimiento ya que son una herramienta que sirve para la toma de decisiones de la gerencia a mediano y largo plazo. Por otro lado se presenta una breve organización de los registros de los equipos implementando la identificación de ellos a través de la designación de cargos, fichas técnicas, modos de operación, entre otras con la finalidad de llevar un control de activos.

Se realizarán análisis de costos de mantenimiento, producción y equipos para controlar y evaluar la gestión del mantenimiento.

Este trabajo no solo cumple con los requerimientos de FUMECO Ltda. sino que sirve como texto de referencia para la planificación del mantenimiento en empresas que presten servicios de fundición y metalmecánica.

## **1. GESTION DEL MANTENIMIENTO**

Si el mantenimiento se define como el aseguramiento de que una instalación, un sistema de equipos, una flotilla u otro activo fijo continúen realizando las funciones para las que fueron creados, entonces el mantenimiento preventivo es una serie de tareas planeadas previamente que se llevan a cabo para contrarrestar las causas conocidas de fallas potenciales de dichas funciones. Esto es diferente a un mantenimiento de reparación, el cual normalmente se considera como el reemplazo, renovación o reparación general del o de los componentes de un equipo o sistema para que sea capaz de realizar la función para la que fue creado. El mantenimiento preventivo es el enfoque preferido para la administración de los activos: puede prevenir una falla prematura y reducir su frecuencia, puede reducir la severidad de la falla y mitigar sus consecuencias, puede proporcionar un aviso de una falla inminente o incipiente para permitir una reparación planeada, puede reducir el costo global de la administración de los activos.

### **1.1 TIPOS DE MANTENIMIENTO**

Existen diferentes tipos de mantenimiento que se aplican. El límite de cada tipo es difícil de establecerlo dado que, a excepción del mantenimiento correctivo, la finalidad de todos es la misma variando la metodología. Los diferentes tipos que describimos no son incompatibles entre ellos sino que se complementan para lograr un mantenimiento óptimo.

Se trata de describir brevemente los tipos de mantenimiento que se utilizan en la práctica y familiarizarnos con la nomenclatura que se utiliza.

Los tres grandes grupos de tipos de mantenimiento son los que se aplican una vez aparecida la avería (correctivo), los que tratan de predecirla o prevenirla antes de su aparición (hard time, de uso y predictivo) y los que tratan de eliminarla de una forma permanente (modificativo).

Asimismo, describimos otro tipo de mantenimiento que, en realidad, no debería considerarse como tal; se trata del engrase de los equipos.

Podemos hacer una clasificación de los diferentes tipos de la siguiente manera:

- a) Mantenimiento correctivo
- b) Mantenimiento preventivo
- c) Engrase de los equipos

#### **1.1.1 Mantenimiento Correctivo**

El mantenimiento correctivo consiste en ir reparando las averías a medida que se van produciendo. El personal encargado de avisar de las averías es el propio

usuario de los equipos y el encargado de las reparaciones el personal de mantenimiento.

El principal inconveniente con que nos encontramos con este tipo de mantenimiento, es que el usuario detecta la avería en el momento que necesita el equipo, ya sea al ponerlo en marcha o bien durante su utilización. En muchos casos, con el fin de obtener un mayor rendimiento del equipo, el usuario no dará parte de la avería hasta que ésta le impida continuar trabajando. Si añadimos que el personal encargado del uso de los equipos no es experto en averías, pasará por alto ruidos y anomalías que pueden preceder al fallo. Llevar el equipo al límite de su funcionamiento puede agravar el fallo inicial o degenerar en otros de mayor importancia.

La rapidez con que nos veremos obligados a actuar para poner el equipo en funcionamiento pasará a un segundo plano el análisis de la causa de la avería.

Dado que la avería puede producirse en cualquier instante, podemos encontrarnos con que no tenemos personal disponible para afrontar la reparación en ese momento, y el tiempo de no disponibilidad del equipo aumentará. El caso contrario, tener personal suficiente para afrontar cualquier avería imprevista, supone un aumento considerable en los gastos directos de mantenimiento.

Encontrar el punto óptimo del número de personas del Equipo de mantenimiento no es fácil, dado que nos encontramos ante dos variables difíciles de predecir: la frecuencia entre averías y la importancia de éstas.

Otra desventaja importante de este tipo de mantenimiento es que el personal encargado de las reparaciones sólo tiene contacto con los equipos a la hora de reparar, perdiendo toda la información que se obtiene en el seguimiento de las máquinas durante su funcionamiento.

Si éste es el único tipo de mantenimiento que realizamos, estaremos obligados a tener una plantilla numerosa con especialistas de cada oficio y un almacén de recambios lo más completo posible.

Desde el punto de vista económico, estos dos requisitos aumentan los gastos directos de mantenimiento así como los financieros. Si, además, los equipos se utilizan hasta el límite de sus posibilidades, las reparaciones serán más costosas y de mayor duración.

Aunque los inconvenientes del mantenimiento correctivo son mayores que sus ventajas, es imposible prescindir de él. Siempre habrá averías que se escapen a cualquier predicción y que sea necesario reparar inmediatamente.

### **1.1.2 Mantenimiento Preventivo**

Mantenimiento preventivo (MP) se define como una serie de tareas planeadas previamente, que se llevan a cabo para contrarrestar las causas de fallas potenciales de las funciones para las que fue creado un activo. Puede planearse y programarse con base en el tiempo, el uso o la condición del equipo. Es el enfoque preferido frente al mantenimiento correctivo por cuatro razones principales:

- Infrecuencia de fallas prematuras puede reducirse mediante una lubricación adecuada, ajustes, limpieza e inspecciones promovidas por la medición del desempeño.
- Sí la falla no puede prevenirse, la inspección y la medición periódicas pueden ayudar a reducir la severidad de la falla y el posible efecto dominó en otros componentes del sistema del equipo, mitigando de esta forma las consecuencias negativas para la seguridad, el ambiente o capacidad de producción.
- En donde podamos vigilar la degradación gradual de una función o un parámetro, como la calidad de un producto o la vibración de una máquina, puede detectarse el aviso de una falla inminente.
- Finalmente, hay importantes diferencias en costos tanto directos (por ejemplo, materiales) como indirectos (por ejemplo, pérdidas de producción) debido a que una interrupción no planeada a menudo provoca un gran daño a los programas de producción y a la producción misma, y debido también a que el costo real de un mantenimiento de emergencia es mayor que uno planeado y a que la calidad de la reparación puede verse afectada de manera negativa bajo la presión de una emergencia.

La pregunta más crítica en el mantenimiento preventivo es: ¿Qué tarea o serie de tareas deben realizarse para impedir una falla? Obviamente, si entendemos el mecanismo de la falla real del equipo, podemos decidir qué tareas son lógicas para impedir la falla y cuáles no son pertinentes.

Si el mecanismo dominante de falla se basa en el tiempo se debe al desgaste, es decir, si la probabilidad de la falla aumenta gradualmente con el tiempo, la edad o el uso, entonces las tareas de mantenimiento tienen que basarse en el tiempo. Si, por otra parte, la probabilidad de una falla es constante independientemente del tiempo, la edad o el uso, y existe una degradación gradual desde el principio de la falla, entonces las tareas de mantenimiento, pueden basarse en las condiciones. Las tareas basadas en tiempo si un restablecimiento o un reemplazo periódicos de componentes restablecen el equipo al estado en que pueda realizar las funciones para las que fue creado. Esta tarea podría variar en complejidad desde una reparación general completa de toda la unidad hasta el simple reemplazo de un filtro.

Las tareas basadas en las condiciones, justificadas cuando se desconoce el enfoque de prevención de fallas, se centran en la medición de un parámetro que indique un deterioro o una degradación en el rendimiento funcional del equipo. Las mediciones y las inspecciones mismas pueden programarse regularmente, pero no las tareas de restauración o preventivas. Estas mediciones pueden relacionarse directamente con la operación de la máquina, como la vibración, la temperatura durante el funcionamiento, el amperaje requerido, los contaminantes en el aceite de lubricación o el nivel de ruido, o pueden ser una medida sustitua de la operación de la máquina, como la calidad del producto, sus dimensiones, patrones de desgaste o composición.

En la industria de la aviación se ha realizado un amplio estudio de distribuciones de fallas reales o curvas de probabilidad condicional de fallas para los sistemas y

componentes de los equipos. Estos estudios sugieren que los patrones predominantes muestran una probabilidad constante de falla con la edad, con excepción de la "mortalidad infantil", o falla en el primer periodo después de la puesta en servicio. Por lo tanto, cuando el equipo es nuevo o ha sido sometido recientemente a una reparación general, tiene una probabilidad de falla mayor que en un periodo posterior. Esto es atribuible a posibles errores de diseño, manufactura, reparación general o instalación o a procedimientos iniciales inapropiados de operación y mantenimiento.

Una vez que éstos se corrigen, las fallas virtualmente ya no se relacionan con la edad.

Si se consideran los rodamientos, por ejemplo, sólo un pequeño porcentaje de estos fallan realmente durante el servicio, de hecho, por lo general duran más tiempo que el equipo donde se instalan. La mayoría de las fallas de los rodamientos ocurren debido a una lubricación deficiente o inadecuada, a contaminantes sólidos o líquidos que entran en el rodamiento, o a un inadecuado manejo o montaje. Cuando los rodamientos se manejan, se montan, se alinean, se sellan, se lubrican correctamente y se mantienen fuera de temperaturas extremas, su modo predominante de falla es la fatiga (envejecimiento). Por lo tanto, el mantenimiento preventivo sin intrusión con base en las condiciones es la elección lógica para el monitoreo de los rodamientos.

El mantenimiento basado en el tiempo (por ejemplo, reparaciones generales) es técnicamente factible si la pieza tiene una vida promedio identificable. La mayoría de las piezas sobreviven dicha edad y la acción restablece con condición de la pieza a su función deseada. El mantenimiento basado en las condiciones es técnicamente factible si es posible detectar condiciones o funcionamiento degradado, si existe un intervalo de inspección práctico, y sin intervalo de tiempo (desde la inspección hasta la falla funcional) es suficientemente grande para permitir acciones correctivas o reparaciones.

Debido a los equipos complejos y sus componentes tendrán varias causas posibles de falla, es necesario desarrollar una serie de acciones de mantenimiento preventivo algunas basadas en las condiciones y otras basadas en el tiempo para el mismo equipo, y consolidar estas en un programa de MP. El programa tendrá tareas agrupadas por periodicidad (es decir, diaria, semanal o anualmente, por horas de operación, por ciclos, etc.) y agrupadas por oficio (es decir, mecánico, electricista, operador, técnico, etc.). El mantenimiento preventivo es el principal requisito para reducir la frecuencia y severidad de las descomposturas de las máquinas. Se utilizan tres amplias medidas para vigilar que el programa de MP sea completo:

- Cobertura del MP, el porcentaje de equipo crítico para el cual se han desarrollado programas de MP.
- Cumplimiento del MP, el porcentaje de rutinas del MP que han sido completadas de acuerdo con su programa.
- Trabajo generado por las rutinas del MP, el número de acciones de mantenimiento que han sido solicitadas y tienen como origen rutinas del MP.

El mantenimiento preventivo basado en las condiciones requiere monitorear una variable que está estrechamente relacionada con la falla de los equipos. Es necesario identificar qué parámetro debe vigilarse y medirse. A continuación se presentan una serie de técnicas de diagnóstico que ayudarán a alinear un sistema de mantenimiento basado en las condiciones.

### **1.1.3 Tecnologías de Diagnóstico**

Antes de la creación de tecnologías para evaluar la condición del equipo, los operadores y el personal de mantenimiento acostumbraban confiar en sus propios sentidos: tacto (temperatura, vibración, desgaste); olfato (temperatura, contaminación); vista (vibración, temperatura, alineación); oído (ruido, vibración, cavitación, desgaste); gusto (contaminación); y ese "sexto" sentido, que actualmente se duplica como sistemas expertos de diagnóstico. El objetivo de la inspección era buscar una señal de falla próxima, de manera que la reparación pudiera planearse, programarse y completarse para minimizar el impacto en las operaciones y el costo total. La dificultad clave en el empleo de los sentidos humanos es la subjetividad en la recopilación de los datos y su interpretación, y la cantidad de tiempo disponible para reaccionar después que se determina la condición.

Las tecnologías de diagnóstico se han extendido en todos los sectores industriales durante las últimas décadas. Las técnicas de mantenimiento basado en las condiciones que se aplican más comúnmente son el análisis de vibraciones, el análisis de aceites lubricantes, la termografía, el ultrasonido, el monitoreo de efectos eléctricos y los penetrantes.

#### **1.1.3.1 Análisis de vibraciones**

La vibración puede definirse como el movimiento de una masa desde su punto de reposo a lo largo de todas las posiciones y de regreso al punto de reposo, en donde está lista para repetir el ciclo. El tiempo que requiere para esto es su período, y el número de repeticiones de este ciclo en un tiempo dado es su frecuencia.

La severidad de la vibración se determina por la amplitud, o el máximo movimiento de su velocidad pico y de su aceleración pico. El ángulo de fase a menudo se mide cuando se compara el movimiento de una pieza que está vibrando con respecto a una referencia fija. Las máquinas vibrarán a lo largo de un amplio espectro de frecuencias. El análisis de vibraciones en el monitoreo de condiciones se realiza comparando las características de las vibraciones de la operación actual con respecto a una línea de referencia, la cual se midió cuando se sabía que la máquina estaba operando normalmente.

La selección de los parámetros específicos a medir depende principalmente de la frecuencia de la vibración. Las técnicas para el análisis de vibraciones pueden utilizarse para vigilar el rendimiento del equipo mecánico que gira, realiza movimiento recíprocante o tiene otras acciones dinámicas. Entre los ejemplos se

incluyen las cajas de engranes, los rodamientos, motores, bombas, ventiladores, turbinas, transmisiones de banda o cadena, compresores, generadores, transportadores, máquinas reciprocantes y máquinas indexadoras. Los siguientes son tres tipos comunes de análisis de vibraciones:

- El análisis de vibraciones de banda amplia monitorea el tren total de la máquina y es útil para revisar información básica y tendencias, pero tiene un uso limitado en señalar áreas con problemas.
- El análisis de vibraciones de banda octava es más útil, con el espectro dividido en una serie de rangos que pueden compararse con valores predeterminados para descubrir desviaciones en la frecuencia de vibraciones.
- El análisis de vibraciones de banda estrecha es el más útil como herramienta para diagnóstico, con la capacidad para determinar el área específica del problema y su causa.

### **1.1.3.2 Análisis de lubricantes**

Cuando se analiza el aceite de una máquina, existen varias técnicas diferentes que pueden aplicarse para determinar la composición química del aceite y buscar materiales extraños en él.

La ferrografía y la detección de virutas magnéticas examinan partículas de desgaste con base de hierro en los aceites lubricantes para determinar el tipo y grado del desgaste, y pueden ayudar a señalar el componente específico que se está desgastando.

El análisis espectrométrico del aceite mide la presencia y cantidad de contaminantes en el aceite mediante el espectrómetro de emisión atómica u absorción. Es útil para determinar la presencia no sólo de hierro, sino también de otros elementos metálicos y no metálicos, que pueden estar relacionados con la composición de las diversas partes de la máquina, como rodamientos, cojinetes, anillos de pistones, etc. Es útil cuando las partículas de desgaste están siendo generadas inicialmente en las primeras etapas de la falla, ya que dichas partículas son pequeñas.

La cromatografía mide los cambios en las propiedades de los lubricantes, incluyendo la viscosidad, punto de inflamación, pH, contenido de agua y fracción insoluble, mediante la absorción y análisis selectivos.

### **1.1.3.3 Termografía**

Los usos más comunes de la termografía, que mide la temperatura superficial mediante la medición de radiación infrarroja, son los de determinar conexiones eléctricas deficientes y puntos peligrosos, desgaste del refractario en hornos, y sobrecalentamientos críticos en componentes de calderas y turbinas. Una cámara de rayos infrarrojos muestra variaciones en la temperatura superficial, calibrada para proporcionar la temperatura absoluta o los gradientes de temperatura mediante variaciones en blanco y negro o a color.

#### **1.1.3.4 Ultrasonido**

Existen varias técnicas para las pruebas de ultrasonido, pero todas ellas se emplean para determinar fallas o anomalías en soldaduras, recubrimientos, tuberías, tubos, estructuras, flechas, etc. Las grietas, huecos, acumulaciones, erosión, corrosión e inclusiones se descubren transmitiendo pulsos u ondas de ultrasonido a través del material y evaluando la marca resultante para determinar la ubicación y severidad de la discontinuidad. Esta técnica también se utiliza para medir la cantidad de flujo.

#### **1.1.3.5 Monitoreo de efectos eléctricos**

Existen varias pruebas para determinar la corrosión empleando un circuito eléctrico sencillo, el cual se monitorea mediante instrumentación de diferentes grados de complejidad. El Corrotor utiliza el método de polarización electroquímica en un recipiente con un líquido corrosivo. El Corrometer utiliza la resistencia eléctrica a través de una varilla insertada en el entorno activo (por ejemplo, equipo de proceso en una refinería).

Los dispositivos más comunes utilizados para monitorear o probar los motores o los generadores son los generadores de voltaje, incluyendo fusionadores. Estos miden la resistencia del aislamiento y aplican un voltaje de prueba que va de 250 a 10 000 voltios.

#### **1.1.3.6 Penetrantes**

Los penetrantes electrostáticos y de tintes líquidos se utilizan para detectar grietas y discontinuidades en superficies provocadas en la manufactura por desgaste, fatiga, procedimientos de mantenimiento y reparación general, corrosión o desgaste general por agentes atmosféricos. Se aplica el penetrante y se permite que penetre en las anomalías. La superficie se limpia y así el penetrante se revela mediante técnicas visuales, fluorescentes o electrostáticas.

#### **1.1.4 Engrase de los Equipos**

La razón de incluir el engrase dentro de los tipos de mantenimiento es más por la importancia y consecuencias que genera el no realizarlos, que por ser realmente un mantenimiento. El engrase, normalmente, se suele introducir en el mantenimiento preventivo, siendo responsabilidad del departamento de mantenimiento. Sin embargo, el engrase debe considerarse como una necesidad unida al funcionamiento del equipo y no como una acción más del mantenimiento. De la misma manera que a una caldera se le suministra el combustible para su funcionamiento, la lubricación en una máquina es una necesidad sin la cual no sólo no funcionará bien sino que pueden llegar a destruirse partes de la misma. Las operaciones de lubricación pasan desde el cambio de los aceites hasta el engrase de las partes que así lo soliciten. Para la ejecución se establecen las

frecuencias de engrase de cada una de las piezas y tas de cambios de aceite, llevando cada acción a un planning.

## **1.2 PLANEACION Y PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO**

### **1.2.1 Planeación**

La planeación en el contexto del mantenimiento se refiere al proceso mediante el cual se determinan y preparan todos los elementos requeridos para efectuar una tarea antes de iniciar el trabajo. El proceso de planeación comprende todas las funciones relacionadas con la preparación de la orden de trabajo, lista de materiales, la requisición de compras, los planos y dibujos necesarios, la hoja de planeación de mano de obra, los estándares de tiempo y todos los datos necesarios antes de programar y liberar la orden de trabajo.

### **1.2.2 Programación**

La programación del mantenimiento 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 del tiempo; básicamente un programa se puede prepararse en tres niveles, dependiendo de su horizonte:

- El programa a largo plazo o maestro, que cubre un periodo de tres meses a un año.
- El programa semanal que cubre una semana
- El programa diaria que cubre el trabajo que debe completarse cada día .

### **1.2.3 Elementos del Mantenimiento Planeado**

El mantenimiento planeado se refiere al trabajo de mantenimiento que se realiza con una planeación, previsión, control y registros por adelantado. Incluye toda la gama de tipos de mantenimiento y se aplica a las estrategias de reemplazo, mantenimiento preventivo y correctivo. Se caracteriza por lo siguiente:

- La política de mantenimiento se ha establecido cuidadosamente.
- La aplicación de la política se planea por adelantado.
- El trabajo se controla para que se ajuste al plan original.
- Se recopilan, analizan y utilizan datos que sirvan de guía a las políticas de mantenimiento futuras.

A continuación se presentan algunos pasos o elementos para la planeación del mantenimiento:

#### **1.2.3.1 Administración del plan**

El primer paso en el desarrollo de un programa completo de mantenimiento planeado consiste en reunir una fuerza de trabajo que inicie y ejecute el plan. Se designará a una sola persona como jefe de la fuerza de trabajo, además de que es

esencial el compromiso de la dirección para el cumplimiento exitoso del plan. Después de anunciar el plan y formar la organización necesaria para el mismo, la fuerza de trabajo deberá emprender la tarea de conformar el programa.

#### **1.2.3.2 Inventario de las instalaciones**

El inventario de las instalaciones es una lista de todas las instalaciones, incluyendo todas las piezas, de un sitio. Se elabora con fines de identificación. Se deberá elaborar una hoja de inventario de todo el equipo que muestre la identificación de éste, la descripción de la instalación, su ubicación, tipo y prioridad (importancia).

#### **1.2.3.3 Identificación del equipo**

Es esencial desarrollar un sistema mediante el cual se identifique de manera única a cada pieza del equipo. Se deberá establecer un sistema de códigos que ayude en este proceso de identificación. El código deberá indicar la ubicación, tipo y número de máquina. Este sistema de códigos deberá diferir de planta a planta y su diseño reflejará la naturaleza de la instalación.

#### **1.2.3.4 Registro de las instalaciones**

El registro de las instalaciones es un archivo" (electrónico o en papel) contiene los detalles técnicos acerca de los equipos incluidos en el plan de mantenimiento. Estos datos son los primeros que deben alimentarse al sistema de información de mantenimiento. El registro del equipo (partida) debe incluir el número de identificación, ubicación, tipo de equipo, fabricante, fecha de fabricación, número de serie, especificaciones, tamaño, capacidad, velocidad, peso, energía de servicio, detalles de conexión, detalles de cimentación, dimensiones generales, tolerancias, número de plano de referencia, número de referencia para los manuales de servicio, intercambiabilidad con otras unidades, etc.

#### **1.2.3.5 Programa específico de mantenimiento**

Debe elaborarse un programa específico de mantenimiento para cada pieza de equipo dentro del programa general. El programa es una lista completa de las tareas de mantenimiento que se van a realizar en el equipo. El programa incluye el nombre y número de identificación del equipo, su ubicación, número de referencia del programa, lista detallada de las tareas que se llevarán a cabo (inspecciones, mantenimiento preventivo, reemplazos), frecuencia de cada tarea, tipo de técnicos requeridos para realizar la tarea, tiempo para cada tarea, herramientas especiales que se necesitan, materiales necesarios y detalles acerca de cualquier arreglo de mantenimiento por contrato.

### **1.2.3.6 Especificación del trabajo**

La especificación del trabajo es un documento que describe el procedimiento para cada tarea. Su intención es proporcionar los detalles de cada tarea en el programa de mantenimiento. La especificación del trabajo deberá indicar el número de identificación de la pieza (equipo), ubicación de la misma, referencia del programa de mantenimiento, número de referencia de especificación del trabajo, frecuencia del trabajo, tipo de técnicos requeridos para el trabajo, detalles de la tarea, componentes que se van a reemplazar, herramientas y equipos especiales necesarios, planos de referencia, y manuales y procedimientos de seguridad a seguir.

### **1.2.3.7 Programa de mantenimiento**

El programa de mantenimiento es una lista donde se asignan las tareas de mantenimiento a períodos de tiempo específicos. Cuando se ejecuta el programa de mantenimiento, debe realizarse mucha coordinación a fin de balancear la carga de trabajo y cumplir con los requerimientos de producción.

Esta es la etapa en donde se programa el mantenimiento planeado para su ejecución.

### **1.2.3.8 Control del programa**

El programa de mantenimiento debe ejecutarse según se ha planeado. Es esencial una vigilancia estrecha para observar cualquier desviación con respecto al programa.

## **2. FUNDICIONES Y METALMECANICAS DE COLOMBIA (FUMECO LTDA.)**

### **2.1 PRESENTACION**

Fumeco Ltda. es una empresa del sector de fundición, mecánica industrial y naval comprometida en superarse día a día en la atención y el servicio al cliente, así como en la calidad y la competitividad de nuestros productos, siendo su principal objetivo la máxima satisfacción del cliente.

Somos una empresa situada en Cartagena, en el sector industrial del Bosque, Avenida Pedro Vélez 52-14, en la entrada a la Escuela Naval de Manzanillo.

Nuestro nacimiento se sitúa a principio de los noventa, en 1993, fecha en la que constituimos una sociedad que ha ido evolucionando y que hoy cuenta con experiencia suficiente en el campo relacionado con los artículos de fundición, mecánica industrial y naval.

Contamos con personal suficiente siempre dispuesto a atender, asesorar y resolver cualquier consulta o problema que pueda presentársele para intentar que todo lo relacionado con nuestro producto le resulte más fácil.

Nuestras instalaciones tienen una superficie adecuada para albergar la producción necesaria y así atender las necesidades de consumo de nuestros clientes.

Nuestro objetivo: la calidad a su servicio. Por ello quedamos a su disposición y esperamos poder ayudarles y que juntos colaboremos para que el trabajo con nuestro producto les sea cada día más fácil.

### **2.1.1 Identificación de la Empresa**

<b>NOMBRE</b>	FUMECO LTDA
<b>DIRECCIÓN</b>	AVENIDA PEDRO VELEZ 52 – 14 EL BOSQUE
<b>CIUDAD</b>	CARTAGENA
<b>TELÉFONOS</b>	6694835 – 6694836
<b>FAX</b>	6694836
<b>Email</b>	fumeco@epm.net.co
<b>NIT</b>	800.221.755-2
<b>MATRICULA MERCANTIL</b>	12.385
<b>REPRESENTANTE LEGAL</b>	YADIRA ATIA DE RODRIGUEZ
<b>ESCRITURA PÚBLICA</b>	4952 DEL 14 DE DICIEMBRE DE 1993 NOTARIA SEGUNDA DE CARTAGENA

### **2.1.2 Objeto Social**

Las principales actividades de la empresa están en la producción de bienes mediante procesos de fundición, así como la prestación de servicios de ingeniería en las industrias Metalúrgicas, Metalmecánicas, Petroleras, Petroquímicas, de generación eléctrica y naval.

Los servicios de ingeniería de la empresa incluyen todas las actividades relacionadas con estudios, diseños, asesorías, montajes, mantenimiento, recuperación, modernización de equipos e instalaciones industriales.

La empresa está constituida por un grupo de profesionales y técnicos cuya misión es la de asegurar que los servicios y productos ofrecidos cumplan las exigencias tecnológicas y de la calidad determinadas por el cliente.

### **2.1.3 Detalles de Servicio**

#### **2.1.3.1 Fundición**

- En Hierro gris capacidad 600 Kg. / pieza

- En bronce acuerdo tipo material solicitado 300 Kg. / pieza
- Aluminio hasta 100 Kg. / pieza
- En Babbit cobre y sus aleaciones.

#### **2.2.3.2 Mecanizado**

- Tornos hasta piezas de 27 pulgadas de volteo
- Taladro
- Fresas
- Cepillo y cortadora

#### **2.2.3.3 Hidrantes y Válvulas**

- Fabricación de acuerdo a medidas solicitadas en fundición gris o bronce
- Reconstrucción de todo tipo de cierre rápido, mando eléctrico, manuales, cheques en todas sus partes asientos, compuertas, espigas, volantas etc.

#### **2.2.3.4 Bombas**

- Diseño y fabricación de impulsores de todo tipo
- Reconstrucción y recuperación de bombas centrífugas de cualquier número de etapa

#### **2.1.3.5 Montajes**

- Equipos estacionarios, servicio de soldadura TIG (Aluminio tungsteno)
- Suministro de materiales en bronce SAE 40-63-64-530 naval en bujes, barras y disco.

#### **2.2.4 Clientes**

Desde hace diez (10) años se prestan servicios a muchas entidades nacionales y regionales, entre las que podemos destacar:

- COTECMAR
- VIKINGOS S.A. (CI PESBOCOL S.A.)
- ASTILLEROS VIKINGOS S.A.
- ARMADA NACIONAL CARTAGENA Y BUENAVENTURA
- HOTELES DECAMERON COLOMBIA
- TUVINIL S.A.
- TERMINAL MARÍTIMO – MUELLES DEL BOSQUE
- EXXO MOBIL
- FLOTA INTERNACIONAL MARÍTIMA
- OTISA – SEATECH INTERNACIONAL
- DOW QUIMICA DE COLOMBIA S.A.
- DEXTON S.A.
- ECOPETROL – REFINERÍA DE CARTAGENA

- CABOT DE COLOMBIA
- PETROQUÍMICA COLOMBIA (PETCO)
- COLCLINKER S.A.
- HOTEL CAPILLA DEL MAR
- TERMINAL MARÍTIMO – MUELLES DEL BOSQUE
- TUBOS DEL CARIBE (TUBO CARIBE)
- PROMIGAS S.A. – E.S.P.
- INDUFRIAL S.A.

### **2.3 PROGRAMA DE MEJORAMIENTO CONTINUO**

*FUMECO LTDA* ha iniciado en el último año un programa de mejoramiento continuo como un esfuerzo directamente asumido por la gerencia, para comprometer a la organización en el logro de las metas específicas de eficiencia y calidad de los servicios.

El programa está orientado básicamente a mejorar el clima organizacional de la sociedad a través de agentes de cambios, como puntos de lanza para la conformación de grupos voluntarios dedicados al estudio de cada uno de los problemas planteados, para su análisis y solución.

Igualmente el programa está concebido dentro del concepto de una administración participativa con una estructura jerárquica muy plana, así también en la adecuada capacitación y entrenamiento de todo el personal.

## **3. INVENTARIO DE EQUIPOS**

### **3.1 JUSTIFICACION**

El mantenimiento planteado se refiere al trabajo de mantenimiento que se realizó con una planeación, previsión, control y registros por adelantado. Incluye toda la gama de tipos de mantenimiento y se aplica a las estrategias de reemplazo, mantenimiento preventivo y conectivo. La información en un plan de mantenimiento constituye un pilar base para la gestión de los activos de una empresa pues estos conjuntamente son la fuente directa de los ingresos de una compañía que para este caso es *FUMECO LTDA*, por lo tanto, uno de los primeros pasos en el desarrollo de un plan de mantenimiento es la recopilación de datos principalmente para empresa en estudio, ya que esta no contaba con todos los requerimientos informativos técnicos de los equipo.

En este capítulo presentaremos los procedimientos utilizados para realizar la construcción informativa enfocada a los equipos de fundición y metalmecánica de *FUMECO LTDA*.

### **3.2 REGISTROS DE LAS INSTALACIONES**

Es un archivo que contiene los detalles técnicos acerca de los equipos incluidos en el plan de mantenimiento. Estos datos son los primeros que deben alimentarse al sistema de información de mantenimiento. El registro del equipo debe incluir el número de identificación, ubicación, tipo de equipo, fabricante, fecha de fabricación, número de serie, especificaciones, tamaño, capacidad de velocidad, peso, energía de servicio, detalles de conexión, dimensiones generales, tolerancia, número de plano de referencia, número de referencia, íter cambiabilidad con otras unidades, etc.

### **3.3 REGISTRO DE LA HISTORIA DEL EQUIPO**

El archivo de historia del equipo es un documento en el que se registra información acerca de todo el trabajo realizado de un equipo u instalación. Contiene información acerca de todas las reparaciones realizadas, el tiempo corto, el costo de las reparaciones realizadas y especificaciones del mantenimiento planeado. Básicamente se debe tener en cuenta lo siguiente:

1. Especificaciones y ubicación del equipo.
2. inspecciones, reparaciones, servicios y ajustes realizados y las descomposturas y fallas con sus causas y acciones correctivos emprendidos.
3. trabajo realizado en el equipo, componentes reparados o reemplazados, condición del desgaste o rotura, erosión, comisión, etc.
4. mediciones o lecturas tomadas, tolerancia, resultados de pruebas e inspecciones.
5. hora de falla y tiempo consumido en llevar a cabo las reparaciones.

Existen muchos sistemas para registrar y almacenar información. El punto más importante es que la información debe ser completa y estar registrada para alimentar los registros de los indicadores de gestión del mantenimiento.

### **3.4 ANÁLISIS DEL INVENTARIO DE EQUIPOS DE FUMECO LTDA.**

Un inventario de activos se hace indispensable para la buena organización, pues sirve como herramienta para la planeación y justificación del mantenimiento debido a que es el punto de partida del equipo mantenedor para el conocimiento e identificación de todos sus actores.

Fumeco Ltda. es una empresa enfocada hacia el crecimiento, por lo tanto un inventario de equipos se hace indispensable para la construcción de algunas metas que sirvan como base informativa para la planeación del mantenimiento, estableciendo una forma de estandarizar la información que contenga características técnicas y además una metodología de codificación que permita la identificación coordinada de los equipos. A continuación describiremos los procedimientos utilizados para la recopilación de información que servirá como

punto de partida para determinar el formato de hoja de vida y la conformación del código de identidad de los equipos de la empresa:

- Reconocimiento de la Planta Física
- Reconocimiento de los equipos con Especificaciones técnicas
- Determinación de códigos de identidad de los equipos
- Diseño y selección de formatos de hojas de vida

### **3.4.1 Reconocimiento de la Planta Física**

Para el conocimiento de la planta física de Fumeco Ltda. Tenemos en cuenta que tiene un área de 700 m<sup>2</sup>; visualizando a través de los planos arquitectónicos la distribución actual de espacios de la misma, por medio de la inspección de la planta física podemos establecer la ubicación e identificación de los procesos existentes así como también las zonas de trabajo de cada uno de los procesos.

#### **3.4.1.1 Procesos de Fumeco Ltda.**

La prestación de servicios de Fumeco Ltda. se basa fundamentalmente en los procesos de fundición y metalmecánica. A continuación definiremos el alcance que tiene en la empresa.

##### **3.4.1.1.3 Fundición**

El proceso de fundición esta basado en la fusión de metales ferrosos y no ferrosos tales como el hierro gris, el bronce y sus aleaciones, aluminio y sus aleaciones, zinc, plomo a partir de hornos de fundición que se encuentran distribuidos en la compañía y que más adelante definiremos. La fundición implica tres procesos diferentes: en primer lugar se construye un modelo de madera, con la forma del objeto terminado; más tarde se realiza un molde hueco rodeando el modelo con arena y retirándolo después, y a continuación se vierte metal fundido en el molde (este último proceso se conoce como colada).

En los casos en que el número de piezas fundidas va a ser limitado, el modelo suele ser de madera barnizada, pero cuando el número es elevado, puede ser de plástico, hierro colado, acero, aluminio u otro metal. El modelo presenta dos diferencias importantes con respecto al original: sus dimensiones son algo mayores para compensar la contracción de la pieza fundida al enfriarse, y los modelos de objetos huecos tienen proyecciones que corresponden a los núcleos (véase más adelante. Aunque los modelos pueden hacerse de una sola pieza, cuando su forma es complicada resulta más fácil sacar el objeto fundido del molde si tiene dos o más partes. Por esa misma razón, los modelos de objetos con lados rectos se suelen fabricar con un ligero rebaje en su espesor. Las distintas partes

de un modelo tienen salientes y entrantes coincidentes para alinearlas de forma correcta al montarlas.

#### **3.4.1.1.4 Metalmecánica**

El proceso de metalmecánica de la compañía está enfocado al maquinado y fabricación de piezas metálicas a partir de las llamadas maquinarias y herramientas y además también se realizan los procesos de soldadura. El maquinado de piezas es indispensable, pues constituye un pilar muy importante para ejecutar los acabados de piezas fundidas o reparadas con la finalidad de que se cumplan los requisitos de funcionamiento de partes que presten un servicio en el compendio de un equipo.

#### **3.4.1.2 Zonas de Trabajo de cada Proceso**

Las zonas de trabajo de cada proceso de la empresa se identificaron teniendo en cuenta la consecución y relevancia del proceso en general. La anterior afirmación la podríamos ejemplificar de la siguiente manera: Cuando se requiere realizar un trabajo de fundición lo primero que se realiza es el modelo en madera y moldeo de la misma, posteriormente se funde la materia prima y se ejecuta la colada del metal fundido; después que la pieza está lista pasa a una segunda fase que sería el mecanizado y acabado, posteriormente se remite a la presentación formal al cliente; sin embargo FUMECO Ltda. también realiza procedimientos metalmecánicos que son independientes de la consecución del proceso en general, pero por motivos de organización del mantenimiento las zonas se estructuraron bajo un criterio generalizado.

Las zonas de los procesos son enumeradas y organizadas por orden de consecución de la siguiente forma:

- ZONA 01 Moldeo y preparación de modelos
- ZONA 02 Fundición ( Hornos)
- ZONA 03 Mecanizado de piezas
- ZONA 04 Estantería
- ZONA 05 Deposito de carbón ( fundición)
- ZONA 06 Deposito de materia prima (fundición)
- ZONA 07 Almacén
- ZONA 08 Servicios generales (Gerencia, Estimación de costos, producción, recepción)

#### **3.4.2 Reconocimiento de equipos:**

En esta parte se identificarán los actores de los procesos (equipos), ubicación. Cabe destacar que la proacción de cada equipo será definida más adelante en el capítulo de indicadores de gestión.

<b>PROCESO</b>	<b>EQUIPO</b>
Fundición	1, HORNO CUBILOTE
	2, HORNO BASCULANTE
	3. HORNO DE CRISOL
	4. TORNO SOMUA
	5. TORNO ORN
	6. TORNO SOUTH BEND
	7. CEPILLO
	8. TALADRO INDUSTRIAL (BUFFALO)
	9. TALADRO INDUSTRIAL
	10. TALADRO SEMI-INDUSTRIAL
	11. TALADRO BLACK&DECKER
	12. TALADRO ROCKWEL
	13. TALADRO ISKRA
Metalmecánica	14. MAQ. DE SOLDAR (LINCON#1)
	15. MAQ. DE SOLDAR (LINCON #2)
	16. MAQ. DE SOLDAR (HELVI)
	17. MOTO STUL#1
	18, MOTO STUL#2
	19. MOTOR PARA PULIR
	20.PULIDORA BLACK & DECKER#1
	21. PULIDORA BLACK & DECKER#2
	22. PULIDORA DEWALT (8000 RPM)
	23. PULIDORA MAKITA
	24. PULIDORA DEWALT (1000 RPM)
	25. ESMERIL#1
	26. ESMERIL BLACK & DECKER
	27. ESMERIL BG-6
	28. COMPRESOR 100PSI
	29. SEGUETA INDUSTRIAL
	30. SIERRA ELECTRICA
	31 SOLDADURA OXIACETILENICA#1
	32. SOLDADURA OXIACETILENICA#2
	33. BOQUILLAS DE CORTE EN OXI
	34. JUEGO DE MANGUERAS#1
	35. JUEGO DE MANGUERAS#2
	36. MOTOGENERADOR 220V

*Tabla 1 Inventario de Equipos<sup>1</sup>*

La anterior tabla nos muestra el listado de los equipos que intervienen en los procesos de fundición y metalmecánica de la compañía debidamente clasificados, sin embargo, hay que aclarar que para los casos de los ítems 31 – 36 no son considerados como equipos directos sino que se pueden clasificar como equipos secundarios, en donde la relevancia de la ejecución del mantenimiento no es crítica.

<sup>1</sup> Fuente: estos datos fueron proporcionados por el departamento de financiera de Fumeco Ltda..

### 3.4.3 Códigos de Identificación de Equipos

Para determinar la codificación de los equipos tendremos en cuenta los parámetros anteriormente definidos tales como el reconocimiento de la planta física y la zonificación general de la misma, la finalidad de la codificación de los equipos es la de crear una optima comunicación para el mantenedor, es decir, contribuir con la orientación para la localización de los equipos. Los códigos localizadores permiten visualizar la zona y ubicación de los equipos sin tener la necesidad de ir a la planta, además, permiten llevar un control de activos, tanto al equipo mantenedor como a la dirección de la empresa. El sistema de codificación se diseño de la siguiente manera:

Se han establecido siglas y códigos que muestran la clase de proceso y la zona de ubicación en donde interviene el equipo, los códigos que siguen muestran la clase de equipo y el código propio del equipo. Para concretar este sistema nos someteremos a realizar la codificación general de todos los equipos teniendo presente lo definido anteriormente:

#### 3.4.3.1 Codificación de los Procesos

La identificación de los procesos se realiza con base a las letras iniciales de la titulación de cada proceso ya sea de fundición o metalmecánica. Teniendo en cuenta lo definido da como resultado lo siguiente:

- La fase de metalmecánica esta identificada con las iniciales “ **PM** “ (Proceso de Metalmecánica), las cuales definen la primera parte del TAG del equipo, con la finalidad de que esta identificación informe al trabajador de que el equipo interviene en el proceso de metalmecánica.
- La fase de fundición esta identificada con las iniciales “ **PF** “ (Proceso de Fundición), las cuales definen la primera parte del TAG del equipo, con la finalidad de que esta identificación informe al trabajador de que el equipo interviene en el proceso de fundición.

#### 3.4.3.5 Codificación de Zonas

Como ya habíamos definido en el numeral 3.4.1.2 acerca de las zonas de los procesos principales y secundarios una codificación de ellas teniendo en cuenta de una manera muy general la consecución de los procesos procederemos a mantener la misma codificación ya definida.

### 3.4.3.6 Codificación de Equipos según su Desempeño

Los equipos de Fumeco Ltda. al igual que toda industria tiene la tendencia a desempeñar una función determinada, por ejemplo, decimos que el torno es una es una maquina - herramienta de precisión rotativa cuya función principal es la de fabricar piezas a través de un proceso de desbaste de material, de igual forma podemos definir que un taladro industrial es un equipo que tiene como finalidad funcional realizar perforaciones de varios diámetros a piezas que se fabrican. La codificación de los equipos según su función queda definida de la siguiente forma:

EQUIPO	Nº
SERVICIOS GENERALES	0
HORNO	1
SIERRA ELECTRICA	2
TORNO	3
CEPILLO	4
TALADRO	5
SEGUETA	6
EQUIPO DE SOLDADURA	7
ESMERIL	8
COMPRESOR	9
PULIDORA	11
MOTO TOOL	12

Tabla 2 Codificación de equipos según su desempeño

### 3.4.3.7 Código Autónomo del Equipo

El ultimo código constituyente del TAG de los equipos será definido como el numero autónomo del equipo, es decir, el código propio del equipo el cual dependerá de la cantidad de equipos existentes que desempeñen la misma función dentro de la producción de la empresa y además, de las capacidades de trabajo que efectúen, como queda demostrado en el siguiente cuadro:

PROCESO	EQUIPO	CODIGO	
Fundición	HORNO CUBILOTE	01	
	HORNO BASCULANTE	02	
	HORNO DE CRISOL	03	
	TORNO SOMUA	01	
	TORNO ORN	02	
	TORNO SOUTH BEND	03	
	CEPILLO	01	
	TALADRO INDUSTRIAL (BUFFALO)	01	
	TALADRO INDUSTRIAL	02	
	TALADRO SEMI-INDUSTRIAL	03	
	TALADRO BLACK&DECKER	04	
	TALADRO ROCKWEL	05	
	Metalmecánica	TALADRO ISKRA	06
		MAQ. DE SOLDAR (LINCON#1)	01
		MAQ. DE SOLDAR (LINCON #2)	02
		MAQ. DE SOLDAR (HELVI)	03
		MOTO STUL#1	01
MOTO STUL#2		02	
MOTOR PARA PULIR		01	
PULIDORA BLACK & DECKER#1		01	
PULIDORA BLACK & DECKER#2		02	
PULIDORA DEWALT (8000 RPM)		03	
PULIDORA MAKITA		04	
PULIDORA DEWALT (1000 RPM)		05	
ESMERIL#1		01	
ESMERIL BLACK & DECKER		02	
ESMERIL BG-6		03	
COMPRESOR 100PSI		01	
SEGUETA INDUSTRIAL		01	
SIERRA ELECTRICA		01	
SOLDADURA OXIACETILENICA#1		*	
SOLDADURA OXIACETILENICA#2		*	
BOQUILLAS DE CORTE EN OXI <sup>2</sup>		*	
JUEGO DE MANGUERAS#1		*	
JUEGO DE MANGUERAS#2		*	
MOTOGENERADOR 220V		01	

Tabla 3 Codificación Autónoma de cada Equipo

<sup>2</sup> Nota: Para los items que están resaltados con el color azul no se consideran como equipos o actores de la compañía, sin embargo hacen parte del inventario de los equipos.

Teniendo en cuenta los pasos anteriores de designación de códigos procederemos a designar los códigos de cada equipo en la siguiente tabla definiendo el TAG del equipo.

EQUIPO	TAG
1, HORNO CUBILOTE	PF020101
2, HORNO BASCULANTE	PF020102
3. HORNO DE CRISOL	PF020103
4. TORNO SOMUA	PM030301
5. TORNO ORN	PM030302
6. TORNO SOUTH BEND	PM030303
7. CEPILLO	PM030401
8. TALADRO INDUSTRIAL (BUFFALO)	PM030501
9. TALADRO INDUSTRIAL	PM030502
10. TALADRO SEMI-INDUSTRIAL	PM030503
11. TALADRO BLACK&DECKER	PM030504
12. TALADRO ROCKWEL	PM030505
13. TALADRO ISKRA	PM030506
14. MAQ. DE SOLDAR (LINCON#1)	PM070701
15. MAQ. DE SOLDAR (LINCON #2)	PM070702
16. MAQ. DE SOLDAR (HELVI)	PM030703
17. MOTO STUL#1	PM031201
18, MOTO STUL#2	PM031202
19. MOTOR PARA PULIR	PF011101
20. PULIDORA BLACK & DECKER#1	PM071101
21. PULIDORA BLACK & DECKER#2	PM071102
22. PULIDORA DEWALT (8000 RPM)	PM071103
23. PULIDORA MAKITA	PM071104
24. PULIDORA DEWALT (1000 RPM)	PM071105
25. ESMERIL#1	PM030801
26. ESMERIL BLACK & DECKER	PM070802
27. ESMERIL BG-6	PM070803
28. COMPRESOR 100PSI	PM030901
29. SEGUETA INDUSTRIAL	PM030601
30. SIERRA ELECTRICA	PM010201
31. MOTOGENERADOR 220V	PM030001

*Tabla 4 TAG de los Equipos*

#### **3.4.4 Hoja de Vida del Equipo**

Como ya habíamos definido en el numeral 3.3 la hoja de vida de los equipos no es mas que un archivo en donde esta unificado todos los criterios anteriormente

definidos tales como los códigos de identificación, ficha técnica así como también un formato consecutivo en donde se registran las actividades realizadas, cambio de repuestos fecha de del mantenimiento o reparación, tiempo de reparación entre otras, además de información secundaria como modos de operación del equipo, precauciones y recomendaciones de funcionalidad, a continuación proponemos un formato de hoja de vida diseñada teniendo en cuenta los anteriores parámetros.

#### **3.4.4.1 Diseño del Formato**

El formato básicamente esta dividido en dos secciones, *la primera sección* describe la ficha técnica del equipo en la cual se consignan todas las especificaciones técnicas de los sistemas de le dan vida a los equipos de fundición y metalmecánica tales sistemas son los motores eléctricos, la información comprende los números de serial, potencia en Kw y Hp, marcas, fase, amperaje, voltaje, frecuencia, modos de transmisión, si son por correas, cadenas o engranes. En segunda instancia el formato también comprende otras especificaciones técnicas que son de gran importancia ya que se consignan las especificaciones directas del equipo en general. Esta sección va anexa al equipo para información del operador.

*La segunda sección* es la más importante desde el punto de vista del mantenimiento, pues es en esta parte, donde se levan los registros de paradas, actividades de reparación, personas responsables y lo más importante los tiempos de reparaciones, fechas en que se realicen, observaciones. (Ver formato de hoja de vida Anexo A)

## **4. INDICADORES DE GESTION**

### **4.1 INDICADORES DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO**

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 para ubicar y comparar sus costos y rendimientos entre sociedades del mismo sector de actividad o sectores de actividades diferentes.

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 (análisis de los costos) 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 DEL 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: auditorías internas o externas, estudios específicos, indisponibilidades de producción o de explotación, control del servicio prestado etc.

### **4.3 SELECCIÓN DE INDICADORES DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO**

Podemos considerar que Fumeco Ltda. Es una compañía que esta clasificada entre las llamadas Pymes con miras a pertenecer en un futuro al gremio de las grandes empresas, razón suficiente por la que nos enfocaremos a la selección de indicadores, los cuales deben representar un marco informativo al momento de la toma de decisiones no solamente para nuestro tema en estudio sino también para la empresa en general.

Los indicadores propuestos a la gerencia fueron los siguientes:

- TMEF = Tiempo promedio entre fallas
- TMPR = Tiempo promedio para reparación
- DISPONIBILIDAD
- CMFT = Costo de mantenimiento por facturación
- CMRP = Costo de mantenimiento p/ 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
- MATRIZ RAM ( Factores de Riesgo)
- RELACION DE COSTOS ( Costo de Mantenimiento Vs Costo del Equipo )
- FACTOR DE UTILIZACIÓN DEL EQUIPO

En consorcio con la gerencia se seleccionaron seis indicadores que fueran accesibles de acuerdo con la información suministrada por la empresa, es decir,

que el estudio se enfoca a la escogencia de indicadores que tengan una información directa y que además contribuyan con la toma de decisiones de la compañía. A continuación definiremos los seis indicadores seleccionados con sus procedimientos. Los indicadores propuestos son los siguientes:

- ➔ FACTOR DE UTILIZACIÓN DEL EQUIPO
- ➔ TMEF = Tiempo promedio entre fallas
- ➔ TMPR = Tiempo promedio para reparación
- ➔ FACTOR DE RIESGO
- ➔ DISPONIBILIDAD
- ➔ RELACION DE COSTOS ( Costo de Mantenimiento Vs Costo del Equipo )

### 4.3.1 Factor de Riesgo

El factor de riesgo del equipo se puede definir como la medida del riesgo a nivel económico, ambiental, personales e imagen de la empresa, en donde se definen las probabilidades y consecuencias que se dan en caso de que un equipo determinado falle. El factor de riesgo se determina a partir de la matriz RAM<sup>3</sup> (ver figura 1) o matriz de evaluación de riesgos; esta matriz contribuye con la proporción de una valiosa información de criticidad de los equipos la 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.

CONSECUENCIAS				PROBABILIDAD					CATEGORIA
				A	B	C	D	E	
				Equipo fallaria en un tiempo mayor a 6 meses.	Equipo fallaria entre 2 y 6 meses	Equipo fallaria entre 4 y 6 semanas	Equipo fallaria entre 2 y 4 semanas	Equipo fallaria en 2 semanas	Prioridad del trabajo Actividades de Mantenimiento programado (V, PD)
				Posible averia de equipo despues de 2 meses	Posible averia de equipo entre 1 y 2 meses	Posible averia de equipo entre 2 y 3 semanas	Posible averia del equipo en la proxima semana	Averia del equipo ha sucedido	Prioridad del trabajo Equipo Estatico Electrico Instrumentos/ Instrumentos Equipo rotativo sin auxiliar
				Equipo Auxiliar fallaria despues de 2 meses	Equipo auxiliar fallaria 1 y 2 meses	Equipo auxiliar fallaria entre 3 y 3 semanas	Equipo auxiliar fallaria entre 1 y 3 semanas	Equipo auxiliar fallaria antes de 1 semana	Prioridad del trabajo Equipo Auxiliar ( Equipo Totativo, Intercambiadores, etc)
				No ha ocurrido en la Industria	Ha ocurrido en nuestra Industria	Ha ocurrido en nuestra Compañia	Sucedee varias veces por año en nuestra Compañia	Sucedee varias veces por año en nuestra Planta	Ranqueo de iniciativas e incidentes (incroye malos factores), riesgos de negocio
PERSONAS	ECONOMICA	AMBIENTAL	IMAGEN DE LA EMPRESA	5					
Una o mas Fatalidades	Catastrofica 40%	Masivo	Internacional	4					
Incapacidad Permanente (parcial o total)	Grave 25-40 %	Mayor	Nacional	3					
Incapacidad Temporal ( Mayor de 1 dia )	Severo 15 - 25 %	Localizado	Regional	2					
Lesion Menor ( sin incapacidad )	Importante 1 - 15 %	Menor	Local	1					
Lesion leve ( primeros auxilios )	Marginal - 1 %	Leve	Interno	0					
Ninguna lesion	Ninguna	Ningun efecto	Ningun efecto	0					

Figura 1 Matriz de Riesgos ( RAM )

<sup>3</sup> Fuente de información proporcionada en el segundo modulo del minor de mantenimiento industrial.

La anterior matriz es utilizada para grandes empresas, particularmente para refinerías de petróleos, razón por la cual nos someteremos a la adecuación de esta matriz para nuestros fines, lo cuales están orientados para estudios de pymes en donde se encuentra clasificada FumecoLtda.

#### **4.3.1.1 Adecuación de la Matriz RAM**

La adecuación de la matriz RAM a las necesidades de la empresa se basan 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 para Fumeco Ltda., 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.

##### **4.3.1.1.1 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 la de más relevancia e importancia para analizar y que además se encuentran directamente conectadas con la gestión de activos.

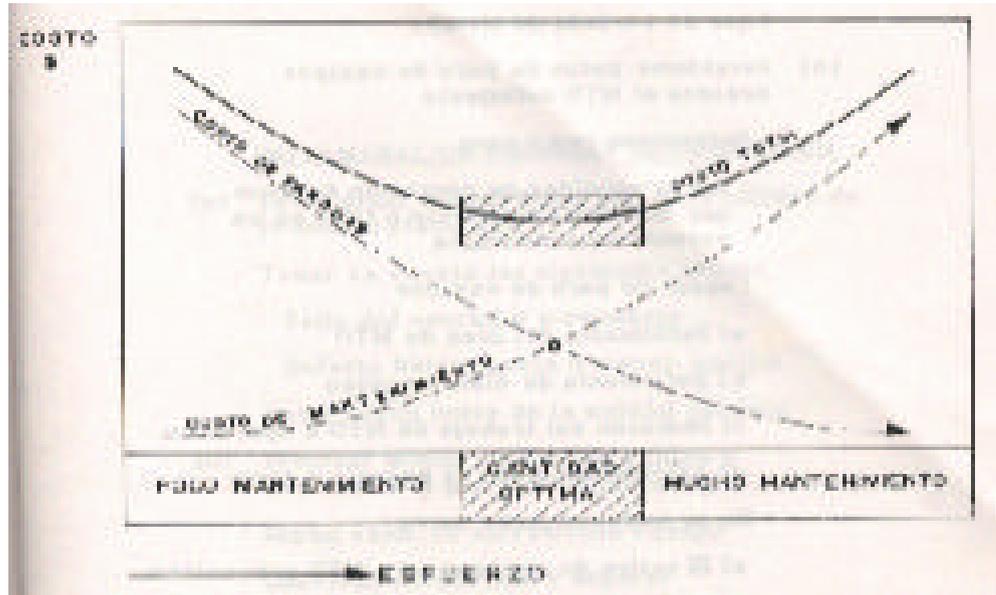


Figura 2 Grafica de costos de mantenimiento Vs Cantidad de mantenimiento<sup>4</sup>

Teniendo en cuenta la grafica anterior la no existencia del mantenimiento preventivo incurre en:

<b>Mucho Mantenimiento</b>	→ <b>Costo elevado de mantenimiento</b>	→ <b>Costo bajo por Perdidas de Producción</b>	→ <b>Costo elevado por esfuerzo en Mantenimiento.</b>
<b>Poco Mantenimiento</b>	→ <b>Costo elevado de mantenimiento</b>	→ <b>Bajo costo en reparaciones</b>	→ <b>Costo elevado por producción.</b>

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. En FUMECO LTDA intervienen directamente: *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. Por otro lado el informe de utilidades por equipos se encuentran basados en una distribución semanal (ver tabla xxx), estos costos fueron obtenidos con el compromiso de la alta gerencia en coordinación con producción y operaciones.

<sup>4</sup> Postgrado en Gerencia del Mantenimiento. Principios del mantenimiento. Pág. 121

#### 4.3.1.1.1.3 Función de los Organismos Corporativos para la Obtención de la Información

##### Alta Gerencia:

Alta gerencia es el ente que esta encargado del suministro de la información necesaria para el análisis económico de la producción.

##### Operaciones:

Es el ente más importante, pues, es operador quien mejor conoce su equipo de la mejor manera, identifica los modos de falla, tiempos promedio entre fallas y entre reparaciones, lo que nos sirve de apoyo para la recolección de información y comparación de equipos similares.

##### Producción:

Se encarga del control de los procesos que se ejecuten, así como también de cuantificar horas de equipos teniendo en cuenta la viabilidad de paradas además de evaluar y justificar el mantenimiento transformándose en equipo mantenedor intrínscico.

#### 4.3.1.1.1.4 Procedimiento del Análisis de Producción

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

##### 1. Parámetros a utilizar

- ✘ Valor hora Equipo
- ✘ Numero de horas diarias
- ✘ Numero de días por semana
- ✘ Utilidades bruta por equipos
- ✘ Utilidades bruta en venta
- ✘ Costos hora equipos
- ✘ Costos de mantenimiento

##### 2. Información de las juntas Directrices

###### Producción:

- Utilidades por Hora Equipo
- Numero de horas por Día
- Numero de días por Semana

###### Operadores:

- Numero de horas Día
- Numero Días Semana



Administración:

- Utilidades hora equipo
- Costos hora equipo
- Costos de Mantenimiento
- Utilidad bruta de equipos
- Utilidad bruta en ventas
- Ventas netas

Como ya se había mencionado las utilidades y los costos de equipos se dedujeron con base en una semana teniendo en cuenta la siguiente formulación así:

$$1. \text{ Utilidad Semanal (US) } = UVH \times NHD \times NDS$$

$$2. \text{ Costo Semanal (CS) } = CVH \times NHD \times NDS + CMS$$

$$3. \text{ Costo del Mantenimiento Semanal } = \frac{\text{Costo de mantenimiento anual (CMA)}}{52(\text{Semanas del año})}$$

$$4. \text{ CMA } = \text{Materiales} + \text{Repuestos Utilizados} + \text{Valor de Reparaciones.}$$

$$5. \text{ NHD (Nro horas – Día) } = \text{Horas de trabajo promedio en un día}$$

$$6. \text{ NDS (Nro de días – Semana) } = \text{Días de trabajo promedio del equipo en una semana}$$

Al obtener los valores individuales se procedió a la realización de la tabla de utilidades y además la tabla de costo de operaciones los cuales muestran como resultado la utilidad bruta semanal para los equipos de la empresa (\$ 7.296.366.7, ver cuadro 2) siendo este valor la limitante en la matriz de riesgo particularmente en lo relacionado con el factor económico.

## ANÁLISIS ECONOMICO DE PRODUCCIÓN

### UTILIDAD EQUIPO

EQUIPO	UTILIDAD SEMANAL	UTILIDAD VALOR HORA	NUMERO DE HORAS -DIA	NUMERO DE DÍAS-SEMANA
1,HORNO CUBILOTE	2615000	326875	4	2
2, HORNO BASCULANTE	120000	30000	4	1
3. HORNO DE CRISOL	360000	30000	4	3
4. TORNO SOMUA	200000	20000	4	2,5
5. TORNO ORN	880000	20000	8	5,5
6. TORNO SOUTH BEND	880000	20000	8	5,5
7. CEPILLO	168750	15000	3	3,75
8. TALADRO INDUSTRIAL (BUFFALO)	247500	15000	3	5,5
9. TALADRO INDUSTRIAL	247500	15000	3	5,5
10. TALADRO SEMI-INDUSTRIAL	60000	15000	2	2
11. TALADRO BLACK&DECKER	30000	15000	1	2
12. TALADRO ROCKWEL	30000	15000	1	2
13. TALADRO ISKRA	30000	15000	1	2
14. MAQ. DE SOLDAR (LINCON#1)	561000	25500	4	5,5
15. MAQ. DE SOLDAR (LINCON #2)	561000	25500	4	5,5
16. MAQ. DE SOLDAR (HELVI)	561000	25500	4	5,5
17. MOTO STUL#1	120000	20000	2	3
18, MOTO STUL#2	120000	20000	2	3
19. MOTOR PARA PULIR	70000	7000	2	5
20.PULIDORA BLACK & DECKER#1	70000	7000	2	5
21. PULIDORA BLACK & DECKER#2	70000	7000	2	5
22. PULIDORA DEWALT (8000 RPM)	70000	7000	2	5
23. PULIDORA MAKITA	70000	7000	2	5
24. PULIDORA DEWALT (1000 RPM)	70000	7000	2	5
25. ESMERIL#1	27500	1000	5	5,5
26. ESMERIL BLACK & DECKER	27500	1000	5	5,5
27. ESMERIL BG-6	27500	1000	5	5,5
28. COMPRESOR 100PSI				
29. SEGUETA INDUSTRIAL	60000	30000	1	2
30. SIERRA ELECTRICA	5500	1000	1	5,5
31 SOLDADURA OXIACETILENICA#1	229500	25500	3	3
32. SOLDADURA OXIACETILENICA#2	229500	25500	3	3
36. MOTOGENERADOR 220V			8	5,5

8338750

Tabla 5 Utilidades de los Equipos

**COSTOS DE OPERACIONES**

EQUIPO	COSTO SEMANAL	COSTO VALOR HORA	NUMERO DE HORAS -DIA	NUMERO DE DÍAS-SEMANA	COSTO DE MTTO SEMANAL
1,HORNO CUBILOTE		333.77715	4	2	10275,1731
2, HORNO BASCULANTE	4681,554527	333,77715	3	1	3680,22308
3. HORNO DE CRISOL	6061,574558	333,77715	3	5	1054,91731
4. TORNO SOMUA	17848,76846	962,863	4	2,5	8220,13846
5. TORNO ORN	24911,39818	410,4837	8	5,5	6850,11538
6. TORNO SOUTH BEND	21212,33588	410,4837	8	5,5	3151,05308
7. CEPILLO	8221,10124	410,4837	3	3,75	3603,15962
8. TALADRO INDUSTRIAL (BUFFALO)	11009,13729	567,5824	3	5,5	1644,02769
9. TALADRO INDUSTRIAL	11009,13729	567,5824	3	5,5	1644,02769
10. TALADRO SEMI-INDUSTRIAL	2329,517885	316,9375	2	2	1061,76788
11. TALADRO BLACK&DECKER	311,9285346	92,6007	1	2	126,727135
12. TALADRO ROCKWEL	432,6101346	152,9415	1	2	126,727135
13. TALADRO ISKRA	585,1236346	229,19825	1	2	126,727135
14. MAQ. DE SOLDAR (LINCON#1)	1013,817077		4	5,5	1013,81708
15. MAQ. DE SOLDAR (LINCON #2)	1013,817077		4	5,5	1013,81708
16. MAQ. DE SOLDAR (HELVI)	1644,027692		4	5,5	1644,02769
17. MOTO STUL#1	425204,7098	82,926	2	3	424707,154
18. MOTO STUL#2	425204,7098	82,926	2	3	424707,154
19. MOTOR PARA PULIR	1946,645346	162,88	2	5	317,845346
20.PULIDORA BLACK & DECKER#1	6153,321923	476,8245	2	5	1385,07692
21. PULIDORA BLACK & DECKER#2	6153,321923	476,8245	2	5	1385,07692
22. PULIDORA DEWALT (8000 RPM)	5150,138933	476,8245	2	5	381,893933
23. PULIDORA MAKITA	7392,181692	476,8245	2	5	2623,93669
24. PULIDORA DEWALT (1000 RPM)	7392,181692	476,8245	2	5	2623,93669
25. ESMERIL#1	13366,81298	476,8245	5	5,5	254,139231
26. ESMERIL BLACK & DECKER	2800,658481	92,6007	5	5,5	254,139231
27. ESMERIL BG-6	13366,81298	476,8245	5	5,5	254,139231
28. COMPRESOR 100PSI	0				0
29. SEGUETA INDUSTRIAL	2797,015038	476,8245	1	2	1843,36604
30. SIERRA ELECTRICA	4102,159558	476,8245	1	5,5	1479,62481
31 SOLDADURA OXIACETILENICA#1	3390,807115		3	3	3390,80712
32. SOLDADURA OXIACETILENICA#2	3390,807115		3	3	3390,80712
33. BOQUILLAS DE CORTE EN OXI	0				0
34. JUEGO DE MANGUERAS#1	0				0
35. JUEGO DE MANGUERAS#2	0				0
36. MOTOGENERADOR 220V	2285,198462		8	5,5	2285,19846
	<b>1042383,332</b>				0

Tabla 6 Costos de Operación de los Equipos

	ANUAL	SEMANAL	DIA	HORA
<b>VENTAS NETAS</b>	487478063,3	9374578,14	1442242,79	203795,177
<b>UTILIDAD BRUTA EN VENTAS</b>	262402033,3	5046192,95	776337,376	109699,89

*Cuadro 1 Utilidad Bruta en ventas*

	EQUIPOS	OTROS	TOTAL
<b>INGRESOS SEMANAL</b>	8338750	1035828,14	9374578,14
<b>COSTO SEMANAL</b>	1042383,332	3286001,86	4328385,19
<b>UTILIDAD BRUTA SEMANAL</b>	7296366,668		5046192,95

*Cuadro 2 Utilidad Bruta Semanal*

Bajo la coordinación de la compañía y el equipo de producción se determina la caracterización porcentual de la empresa calificándola de la siguiente manera:

<b>CRITERIO</b>	<b>PORCENTAJE ECONOMICO</b>	<b>VALOR EN PESOS</b>
CATASTRÓFICA ( 5 )	40 %	\$ 2.918546.6
GRAVE ( 4 )	25 – 40 %	1.824.091.6 < \$ < 2.918546.6
SEVERO ( 3 )	15 – 25 %	1.094.455.02 < \$ < 1.824.091.6
IMPORTANTE ( 2 )	1 – 15 %	72.963.6 < \$ < 1.094.455.02
MARGINAL ( 1 )	- 1 %	\$ < 72.963.6

*Cuadro 3 Consecuencias económicas para la Empresa*

Después de realizar el análisis de costos de producción de los equipos, nuestra matriz de riesgos queda conformada de la siguiente forma:

## **MATRIZ DE RIESGO DE FUMECO LTDA**

				PROBABILIDAD					CATEGORIA
				A	B	C	D	E	
<b>CONSECUENCIAS</b>				Equipo fallaria en un tiempo mayor a 6 meses.	Equipo fallaria entre 2 y 6 meses	Equipo fallaria entre 4 y 6 semanas	Equipo fallaria entre 2 y 4 semanas	Equipo fallaria en 2 semanas	Prioridad del trabajo Actividades de Mantenimiento programado (P.V. PD)
				Possible averia del equipo despues de 2 meses	Possible averia de equipo entre 1 y 2 meses	Possible averia de equipo entre 2 y 4 semanas	Posible Aevria del equipo en la proxima semana	Averia del equipo ha sucedido	Prioridad del trabajo Equipo Estatico/ Electrico Instrumentos/ Instrumentos Equipo rotativo sin auxiliar
				Equipo Auxiliar fallaria despues de 2 meses	Equipo auxiliar fallaria 1 y 2 meses	Equipo auxiliar fallaria entre 3 y 4 semanas	Equipo auxiliar fallaria entre 1 y 3 semanas	Equipo auxiliar fallaria antes de 1 semana	Prioridad del trabajo Equipo Auxiliar ( Equipo rotativo, Intercambiadores, etc)
				No ha ocurrido en la Industria	Ha ocurrido en nuestra Industria	Ha ocurrido en la compania	Sucede varias veces por año en nuestra Compania	Sucede varias veces por año en nuestra Planta	Ranqueo de iniciativas e incidentes (incluye malos actores), riesgos de negocio
<b>PERSONAS</b>	<b>ECONOMICA</b>	<b>AMBIENTAL</b>	<b>IMAGEN DE LA EMPRESA</b>						
Una o mas Fatalidades	Catastrofica 40% (\$ 2.918546,6)	Masivo	Internacional	5					
Incapacidad permanente (parcial o total)	Grave 25-40 % 1.824.091,6 < \$ <2.918546,6	Mayor	Nacional	4					
Incapacidad Temporal Mayor de 1 dia	Severo 15 - 25 % 1.094.455,02 < \$ < 1.824.091,6	Localizado	Regional	3					
Lesion Menor (sin incapacidad)	Importante 1 - 15 % 72.963,6 < \$ <1.094.455,02	Menor	Local	2					
Lesion leve (primeros auxilios)	Marginal - 1 % \$ < 72.963,6	Leve	Interno	1					
Ninguna lesion	Ninguna	Ningun efecto	Ningun efecto	0					

Figura 3 Matriz de Riesgos Modificada para Fumeco Ltda.

### 4.3.1.2 Pasos para usar la Matriz

La Matriz de Evaluación de Riesgos constituye una herramienta útil que ayuda a la Gerencia y toda la organización a enmarcarse dentro de las políticas, procedimientos y objetivos estratégicos relacionados con los riesgos e interpretar en términos de niveles de riesgos tolerables nuestras actividades cotidianas.

Para indicar el nivel de gravedad, se utiliza una escala de consecuencias de "0" a "5". Se define consecuencia como la que puede producirse a raíz de un peligro y dentro de una situación hipotética creíble (considerando las condiciones predominantes). Se utilizan las consecuencias potenciales en vez de las reales. Esta evaluación se basa en la experiencia e indica la probabilidad de materialización de consecuencias indeseadas.

No debe confundirse con la probabilidad de que se produzca el peligro: se trata de la probabilidad de que se produzcan las consecuencias potenciales estimadas.

La escala horizontal es 'probabilidad en aumento', cuyo rango va desde altamente improbable hasta frecuente. A continuación describiremos brevemente los pasos a seguir para la utilización de la matriz RAM:

- *Paso 1:*  
Defina claramente el escenario a evaluar
- *Paso 2:*  
Estime las consecuencias potenciales para cada categoría.
- *Paso 3:*  
Estime la probabilidad de ocurrencia de la consecuencia.
- *Paso 4:*  
Termine de evaluar todas las consecuencias y su probabilidad.
- *Paso 5:*  
Interpretación de riesgo

<b>Color</b>	<b>Riesgo</b>	<b>Interpretación.</b>
VH	Muy alto	Riesgo intolerable para asumir, requiere buscar alternativa y decide la Gerencia.
H	Alto	Inaceptable, deben buscarse alternativas. Alto riesgo. Si se decide realizar la actividad, deberá implementarse previamente un tratamiento especial en cuanto al nivel de control (Demostrar control de riesgo). Gerencia involucrada en decisión e investigación de incidentes.
M	Medio	Se deben tomar medidas para reducir el riesgo a niveles razonablemente prácticos, debe demostrarse el control del riesgo.
L	Bajo	Discutir y gestionar mejora de los sistemas de control y de calidad establecidos (permisos, ATS, procedimientos, lista de chequeo, responsabilidades y competencias, EPP, etc).
N	Despreciable	Riesgo muy bajo, usar sistemas de control y calidad establecidos.

*Tabla 7 Interpretación de los Riesgos*

Teniendo en cuenta los procedimientos anteriormente descritos procedemos a seleccionar el factor de riesgos de cada equipo según la Figura 3 y nos trae como resultado lo siguiente:

EQUIPO	FACTOR DE RIESGO
1, HORNO CUBILOTE	4LA
2, HORNO BASCULANTE	3LB
3. HORNO DE CRISOL	2LC
4. TORNO SOMUA	4ND
5. TORNO ORN	3NA
6. TORNO SOUTH BEND	3NA
7. CEPILLO	2NA
8. TALADRO INDUSTRIAL (BUFFALO)	2NA
9. TALADRO INDUSTRIAL	2NA
10. TALADRO SEMI-INDUSTRIAL	1NA
11. TALADRO BLACK & DECKER	1NA
12. TALADRO ROCKWEL	1NA
13. TALADRO ISKRA	1NA
14. MAQ. DE SOLDAR (LINCON#1)	5MA
15. MAQ. DE SOLDAR (LINCON #2)	5MA
16. MAQ. DE SOLDAR (HELVI)	5MA
17. MOTO STUL#1	1NA
18, MOTO STUL#2	1NA
19. MOTOR PARA PULIR	1NA
20. PULIDORA BLACK & DECKER#1	1NA
21. PULIDORA BLACK & DECKER#2	1NA
22. PULIDORA DEWALT (8000 RPM)	1NA
23. PULIDORA MAKITA	1NA
24. PULIDORA DEWALT (1000 RPM)	1NA
25. ESMERIL#1	1NA
26. ESMERIL BLACK & DECKER	1NA
27. ESMERIL BG-6	1NA
28. COMPRESOR 100PSI	1NA
29. SEGUETA INDUSTRIAL	1NA
30. SIERRA ELECTRICA	1NA
31. MOTOGENERADOR 220V	4MB

*Tabla 8 Factores de Riesgo de los equipos*

#### **4.3.2 Tiempo Promedio para Fallar (TPPF) - *Mean Time To Fail (MTTF)***

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 en nuestro estudio se procedió a realizar una ardua retroalimentación con los operadores de cada equipo, pues en la compañía no existía ningún registro de fallos en los equipos. La retroalimentación se ejecuto con los operadores de mas antigüedad de la empresa, particularmente con los que están vinculados directamente con la operación de los equipos de fundición y metalmecánica; torneros y auxiliares de taller para el caso de metalmecánica y horneros fundidores para el caso de fundición. Cabe destacar que estos registros servirán como punto de partida para el desarrollo de la planificación del mantenimiento. Los resultados obtenidos se pueden observar en la tabla 9.

#### **4.3.3 Tiempo Promedio para Reparar (TPPR) - *Mean Time To Repair (MTTR)*:**

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 de desarrollo de igual forma que el TPPF, se tuvieron en cuenta las mismas condiciones de adquisición de la información. Los resultados obtenidos quedan registrados en la tabla 9.

EQUIPO	TPPF	TPPR
1, HORNO CUBILOTE	6m	3
2, HORNO BASCULANTE	6m	3
3. HORNO DE CRISOL	5m	2
4. TORNO SOMUA	2m	3
5. TORNO ORN	6m	3
6. TORNO SOUTH BEND	6m	3
7. CEPILLO	6m	4
8. TALADRO INDUSTRIAL (BUFFALO)	36m	2
9. TALADRO INDUSTRIAL		
10. TALADRO SEMI-INDUSTRIAL		
11. TALADRO BLACK&DECKER	36m	32
12. TALADRO ROCKWEL	36m	32
13. TALADRO ISKRA	36m	32
14. MAQ. DE SOLDAR (LINCON #1)	24m	8
15. MAQ. DE SOLDAR (LINCON #2)		
16. MAQ. DE SOLDAR (HELVI)	36m	8
17. MOTO STUL#1	72m	3
18, MOTO STUL#2	72m	3
19. MOTOR PARA PULIR	24m	16
20. PULIDORA BLACK & DECKER#1	48m	16
21. PULIDORA BLACK & DECKER#2	48m	16
22. PULIDORA DEWALT (8000 RPM)	72m	16
23. PULIDORA MAKITA	72m	16
24. PULIDORA DEWALT (1000 RPM)	72m	16
25. ESMERIL#1	36m	8
26. ESMERIL BLACK & DECKER	36m	8
27. ESMERIL BG-6	24m	8
28. COMPRESOR 100PSI	12m	8
29. SEGUE TA INDUSTRIAL	6m	3
30. SIERRA ELECTRICA	4m	32

Tabla 9 TPPF - TPPR

**TPPF:** Meses.

**TPPR:** Horas.

### 4.3.5 Disponibilidad

La disponibilidad es una función que permite estimar en forma global el porcentaje de tiempo total en que se puede esperar que un equipo esté disponible para cumplir la función para la cual fue destinado. 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 el cual nos puede mostrar de manera clara una efectividad de la eficiencia en nuestra gestión de mantenimiento es la disponibilidad de los activos (equipos) de la empresa.

Es de suma importancia resaltar que es un indicador certificado bajo las normas ISO 9001 que este es un indicador que cumple con las exigencias de los sistemas de gestión certificados de calidad (serie ISO 9000), de medio ambiente (serie ISO 14000) y de seguridad (guía UNIT 100 y guía ISO 18000). ).

El indicador de disponibilidad es un considerado INDICADOR DE CLASE MUNDIAL que 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 buen uso de este indicador con lleva a la empresa a tomar decisiones acertadas al momento de gestionar algún activo trayendo consigo disminución de costos de mantenimiento.

El conocimiento de este indicador nos da a conocer la confiabilidad de mis equipos siendo esta la probabilidad de que un equipo cumpla una misión.

En las auditorías internas, se debe evaluar la eficiencia operacional del área de mantenimiento para esto se hace necesario que se tenga una buena base de datos que permitirá la generación de informes específicos de auditoría compuestos por índices y consultas, estando aquí los ANALISIS DE MEJORAS del proceso lo que reducirá las absurdas luchas internas de atribución de responsabilidades en los problemas existentes dentro de la empresa.

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

$$\text{Disponibilidad} = \frac{TPPF}{TPPF + TPPR} \times 100^5$$

Los resultados están contenidos en la tabla 10

---

<sup>5</sup> [www.mantenimientomundial.com](http://www.mantenimientomundial.com)

EQUIPO	DISPONIBILIDAD
1,HORNO CUBILOTE	99.72
2, HORNO BASCULANTE	99.72
3. HORNO DE CRISOL	99.63
4. TORNO SOMUA	99.12
5. TORNO ORN	99.67
6. TORNO SOUTH BEND	99,67
7. CEPILLO	99,56
8. TALADRO INDUSTRIAL (BUFFALO)	99,96
9. TALADRO INDUSTRIAL	99,96
10. TALADRO SEM-INDUSTRIAL	
11. TALADRO BLACK&DECKER	99.51
12. TALADRO ROCKWEL	99.51
13. TALADRO ISKRA	99,51
14. MAQ. DE SOLDAR (LINCON#1)	99,81
15. MAQ. DE SOLDAR (LINCON #2)	99,81
16. MAQ. DE SOLDAR (HELVI)	99,88
17. MOTO STUL#1	99,96
18, MOTO STUL#2	99,96
19. MOTOR PARA PULIR	99,76
20.PULIDORA BLACK & DECKER#1	99,76
21. PULIDORA BLACK & DECKER#2	99,86
22. PULIDORA DEWALT (8000 RPM)	99,86
23. PULIDORA MAKITA	99,86
24. PULIDORA DEWALT (1000 RPM)	99,82
25. ESMERIL#1	99,82
26. ESMERIL BLACK & DECKER	99,82
27. ESMERIL BG-6	99,63
28. COMPRESOR 100PSI	99,72
29. SEGUETA INDUSTRIAL	96,84
30. SIERRA ELECTRICA	96,84

*Tabla 10 Disponibilidad de los Equipos*

#### **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 de los equipos de fundición y metalmecánica para Fumeco Ltda. están definidos a partir de tres criterios que son : Alto nivel de utilización , al cual pertenecerán los

equipos que funcionen entre las 25 y 44 horas a la semana; En el nivel Medio estarán los equipos que presenten un margen de funcionamiento comprendido entre las 10 y 24 horas semanales; Y en el nivel Bajo de funcionamiento estarán contenidos los equipos que funcionen entre los rangos de 0 a 9 horas semanales. Las intensidades horarias de cada equipo se pueden apreciar en las tablas 5 y 6 de análisis de producción.

EQUIPO	FACTOR DE UTILIZACION
1, HORNO CUBILOTE	M
2, HORNO BASCULANTE	B
3. HORNO DE CRISOL	M
4. TORNO SOMUA	M
5. TORNO ORN	A
6. TORNO SOUTH BEND	A
7. CEPILLO	M
8. TALADRO INDUSTRIAL (BUFFALO)	M
9. TALADRO INDUSTRIAL	M
10. TALADRO SEM-INDUSTRIAL	B
11. TALADRO BLACK&DECKER	B
12. TALADRO ROCKWEL	B
13. TALADRO ISKRA	B
14. MAQ. DE SOLDAR (LINCON#1)	M
15. MAQ. DE SOLDAR (LINCON #2)	M
16. MAQ. DE SOLDAR (HELVI)	M
17. MOTO STUL#1	B
18, MOTO STUL#2	B
19. MOTOR PARA PULIR	M
20. PULIDORA BLACK & DECKER#1	M
21. PULIDORA BLACK & DECKER#2	M
22. PULIDORA DEWALT (8000 RPM)	M
23. PULIDORA MAKITA	M
24. PULIDORA DEWALT (1000 RPM)	M
25. ESMERIL#1	A
26. ESMERIL BLACK & DECKER	M
27. ESMERIL BG-6	M
28. COMPRESOR 100PSI	B
29. SEGUETA INDUSTRIAL	B
30. SIERRA ELECTRICA	B
36. MOTOGENERADOR 220V	A

Tabla 11 Factor de Utilización

#### 4.3.6 Relación de Costos

La relación de costos como indicador se considera como un ítem esencial dentro de la planeación del mantenimiento, pues nos ayuda a determinar la rentabilidad de la ejecución de un plan de mantenimiento a través de la razón entre los *costos netos de los equipos y el costo del mantenimiento* del mismo. Básicamente este indicador ayuda a la gerencia a determinar dos incógnitas importantes: ¿Cuanto vale mi equipo? Y además ¿Cuanto cuesta mantenerlo? con las cuales se pueden establecer políticas que definan parámetros en la toma de decisiones en la gestión de los activos de Fumeco.

Para la interpretación de este indicador se definen varios criterios que están íntimamente relacionados como:

- Ω Costo Histórico del Equipo
- Ω Ajuste por inflación de cada equipo
- Ω Depreciación por equipo
- Ω Costo neto del equipo
- Ω Costos de mantenimiento anual por equipo

Por otro lado se recopiló la información necesaria a partir de la gerencia en conjunto con los registros contables de la compañía (Costo Histórico del Equipo, Ajuste por inflación de cada equipo, Costos de mantenimiento anual por equipo) para realizar las respectivas tablas de cálculo de dichos costos teniendo en cuenta las siguientes formulaciones:

$$\text{Costo Neto del equipo (CNE)} = (\text{CHE}) + (\text{AI}) + (\text{DE})$$

En donde:

CHE = Costo Histórico Del Equipo<sup>6</sup>

AI = Ajuste Por Inflación Del Equipo

DE = Depreciación de equipos

$$\text{Costo de Mantenimiento Anual (CMA)} = \text{Materiales + Repuestos Utilizados + Valor de reparaciones}^7$$

$$\text{Relación de Costos (RC)} = \frac{\text{Costos de mantenimiento}}{\text{Costo Neto del Equipo}}$$

---

<sup>6</sup> Contabilidad General. Propiedad planta y Equipo

<sup>7</sup> Postgrado en gerencia del mantenimiento. Principios de Mantenimiento Pág. 121

Las anteriores formulaciones nos permitirán visualizar mas adelante cuando definamos los costos de mantenimiento la veracidad y la influencia de la parte económica que se presenta sobre la planeación del mantenimiento, por el momento solamente nos centraremos en la realización de los cálculos de los anteriores ítems a través de la siguiente tabla:

***ANÁLISIS ECONOMICO DE LA RELACION DE COSTO***

<b>EQUIPO</b>	<b>%</b>	<b>COSTO HISTORICO</b>	<b>COSTO AJUSTE POR INFLACION</b>	<b>COSTO DEPRECIACION</b>
1.HORNO CUBILOTE	0,15	3000000	2495965,2	3062244,9
2. HORNO BASCULANTE	0,05373	3000000	893971,536	1096794,048
3. HORNO DE CRISOL	0,0154	500000	256252,427	314390,4764
4. TORNO SOMUA	0,12	8000000	1996772,16	2449795,92
5. TORNO ORN	0,1	5000000	1663976,8	2041496,6
6. TORNO SOUTH BEND	0,046	1500000	765429,328	939088,436
7. CEPILLO	0,0526	1700000	875251,797	1073827,212
8. TALADRO INDUSTRIAL (BUFFALO)	0,024	800000	399354,432	489959,184
9. TALADRO INDUSTRIAL	0,024	180000	399354,432	489959,184
10. TALADRO SEMI-INDUSTRIAL	0,0155	500000	257916,404	316431,973
11. TALADRO BLACK&DECKER	0,00185	60000	30783,5708	37767,6871
12. TALADRO ROCKWEL	0,00185	60000	30783,5708	37767,6871
13. TALADRO ISKRA	0,00185	318000	30783,5708	37767,6871
14. MAQ. DE SOLDAR (LINCON#1)	0,0148	480000	246268,566	302141,4968
15. MAQ. DE SOLDAR (LINCON #2)	0,0148	480000	246268,566	302141,4968
16. MAQ. DE SOLDAR (HELVI)	0,024	800000	399354,432	489959,184
17. MOTO STUL#1	0,0062	200000	103166,562	126572,7892
18. MOTO STUL#2	0,0062	200000	103166,562	126572,7892
19. MOTOR PARA PULIR	0,00464	150000	77208,5235	94725,44224
20.PULIDORA BLACK & DECKER#1	0,02022	652848	336456,109	412790,6125
21. PULIDORA BLACK & DECKER#2	0,02022	652848	336456,109	412790,6125
22. PULIDORA DEWALT (8000 RPM)	0,0383	1238416	637303,114	781893,1978
23. PULIDORA MAKITA	0,0383	1238416	637303,114	781893,1978
24. PULIDORA DEWALT (1000 RPM)	0,00558	218590	92766,7066	113813,4355
25. ESMERIL#1	0,00371	120000	61733,5393	75739,52386
26. ESMERIL BLACK & DECKER	0,00371	120000	61733,5393	75739,52386
27. ESMERIL BG-6	0,00371	120000	61733,5393	75739,52386
28. COMPRESOR 100PSI				
29. SEGUETA INDUSTRIAL	0,0269	870000	447609,759	549162,5854
30. SIERRA ELECTRICA	0,0216	700000	359418,989	440963,2656
31 SOLDADURA OXIACETILENICA#1	0,0495	1600000	823668,516	1010540,817
32. SOLDADURA OXIACETILENICA#2	0,0495	1600000	823668,516	1010540,817
33. BOQUILLAS DE CORTE EN OXI	0,0278	900000	462585,55	567536,0548
34. JUEGO DE MANGUERAS#1	0,00278	90000	46258,555	56753,60548
35. JUEGO DE MANGUERAS#2	0,00278	90000	46258,555	56753,60548
36. MOTOGENERADOR 220V	0,0052	170000	86526,7936	106157,8232

EQUIPO	%	COSTO NETO DEL EQUIPO	COSTO DE MTTD.	RELACION DE COSTOS
1.HORNO CUBILOTE	0,15	29433720,3	534309	0,018152955
2. HORNO BASCULANTE	0,05373	2797177,487	191371,6	0,068415966
3. HORNO DE CRISOL	0,0154	441861,9508	54855,7	0,124146693
4. TORNO SOMUA	0,12	7546976,24	427447,2	0,056638207
5. TORNO ORN	0,1	4622480,2	356206	0,077059497
6. TORNO SOUTH BEND	0,046	1326340,892	163854,76	0,123538949
7. CEPILLO	0,0526	1501424,585	187364,3	0,124791016
8. TALADRO INDUSTRIAL (BUFFALO)	0,024	709395,248	85489,44	0,120510308
9. TALADRO INDUSTRIAL	0,024	89395,248	85489,44	0,95630855
10. TALADRO SEMI-INDUSTRIAL	0,0155	441484,431	55211,93	0,125059744
11. TALADRO BLACK&DECKER	0,00185	53015,8837	6589,811	0,124298805
12. TALA DRO ROCKWEL	0,00185	53015,8837	6589,811	0,124298805
13. TALADRO ISKRA	0,00185	311015,8837	6589,811	0,021188021
14. MAQ. DE SOLDAR (LINCON#1)	0,0148	424127,0696	52718,488	0,124298805
15. MAQ. DE SOLDAR (LINCON #2)	0,0148	424127,0696	52718,488	0,124298805
16. MAQ. DE SOLDAR (HELVI)	0,024	709395,248	85489,44	0,120510308
17. MOTO STUL#1	0,0062	176593,7724	22084772	125,0597442
18. MOTO STUL#2	0,0062	176593,7724	22084772	125,0597442
19. MOTOR PARA PULIR	0,00464	132483,0813	16527,958	0,124755235
20.PULIDORA BLACK & DECKER#1	0,02022	576513,4964	72024	0,124930293
21. PULIDORA BLACK & DECKER#2	0,02022	576513,4964	72024	0,124930293
22. PULIDORA DEWALT (8000 RPM)	0,0383	1093825,917	19858,4845	0,018155069
23. PULIDORA MAKITA	0,0383	1093825,917	136444,708	0,124740789
24. PULIDORA DEWALT (1000 RPM)	0,00558	197543,2712	136444,708	0,690707951
25. ESMERIL#1	0,00371	105994,0154	13215,24	0,124679115
26. ESMERIL BLACK & DECKER	0,00371	105994,0154	13215,24	0,124679115
27. ESMERIL BG-6	0,00371	105994,0154	13215,24	0,124679115
28. COMPRESOR 100PSI		0		
29. SEGUETA INDUSTRIAL	0,0269	768447,1738	95855,034	0,124738612
30. SIERRA ELECTRICA	0,0216	618455,7232	76940,49	0,124407435
31 SOLDADURA OXIACETILENICA#1	0,0495	1413127,699	176321,97	0,124774265
32. SOLDADURA OXIACETILENICA#2	0,0495	1413127,699	176321,97	0,124774265
33. BOQUILLAS DE CORTE EN OXI	0,0278	79504,94956		0
34. JUEGO DE MANGUERAS#1	0,00278	79504,94956		0
35. JUEGO DE MANGUERAS#2	0,00278	79504,94956		0
36. MOTOGENERADOR 220V	0,0052	150368,9704	118830,32	0,790258254

Tabla 12 Relación de Costos

Ya se han definido todos los indicadores pero para la selección del mantenimiento se hace necesario parametrizarlos, es decir definir rangos entre los cuales los equipos pueden operar, basado en los indicadores.

Para la parametrización de los indicadores se realizó un análisis con la gerencia y producción en donde se definieron hasta que punto de cada indicador se deja correr el equipo a falla (Mantenimiento correctivo), se hace necesaria una intervención para prevenir la falla (Mantenimiento preventivo) o se le realiza un monitoreo por condición (Mantenimiento Predictivo).

De igual manera con la selección de los indicadores se definió la criticidad de los equipos seleccionando de esta manera los equipos críticos que son hacia los cuales se encuentra enfocada las rondas estructuradas explicadas en el capítulo siguiente.

A continuación se definirá la tabla de parámetros de los indicadores.

**PARÁMETROS DE LOS INDICADORES PARA LA GESTION DEL  
MANTENIMIENTO EN FUMECO LTDA**

INDICADORES		MANTENIMIENTO	CRITICIDAD
Factor de riesgo	Columna de consecuencia	Columna de probabilidad	
	4-5 LMH	ABCDE	MP-MD
	3-2 NLMH	ABCDE	MP
	1 NLMH	AB	MC
Factor de utilizacion	Alto (A)		MP-MD
	Medio (M)		MP
	Bajo (B)		MC
TPPF	1-1104Hrs		MP-MD
	1105-4416Hrs		MP
	>4416Hrs		MC
TPPR	1-3Hrs		MC
	3,1-16Hrs		MP
	>16Hrs		MP-MD
DISPONIBILIDAD	95-99,5		MP-MD
	99,51-99,8		MP
	>99,8		MC
RELACION DE COSTOS	<0,1		MC
	0,1-0,12		MP
	>0,12		MP-MD

Responsable: \_\_\_\_\_

Aprobado: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

*Tabla 13 Parámetro de uso de Indicadores*

En base a esta tabla se selecciono el mantenimiento para cada equipo as

EQUIPO	FACTOR DE RIESGO	FACTOR DE UTILIZACION	TPPF	TPPR	DISPONIBILIDAD	RELACION DE COSTOS	MTTO
1.HORNO CUBILOTE	4LA	M	6m	3	99.72	0,01815	MD
2. HORNO BASCULANTE	3LB	B	6m	3	99.72	0,0684	MP
3. HORNO DE CRISOL	2LC	M	5m	2	99.63	0,1339	MP
4. TORNO SOMUA	4ND	M	2m	3	99.12	0,0566	MP
5. TORNO ORN	3NA	A	6m	3	99.67	0,077	MD
6. TORNO SOUTH BEND	3NA	A	6m	3	99.67	0,7235	MP
7. CEPILLO	2NA	M	6m	4	99.56	0,1247	MP
8. TALADRO INDUSTRIAL (BUFFALO)	2NA	M	36m	2	99.96	0,1205	MP
9. TALADRO INDUSTRIAL	2NA	M	36m	2	99.96	0,1205	MP
10. TALADRO SEMI-INDUSTRIAL	1NA	B				0,125	MC
11. TALADRO BLACK&DECKER	1NA	B	36m	32	99.51	0,1243	MC
12. TALADRO ROCKWEL	1NA	B	36m	32	99.51	0,1243	MC
13. TALADRO ISKRA	1NA	B	36m	32	99.51	0,0211	MC
14. MAQ. DE SOLDAR (LINCON#1)	5MA	M	24m	8	99.81	0,1242	MP
15. MAQ. DE SOLDAR (LINCON #2)	5MA	M				0,1242	MP
16. MAQ. DE SOLDAR (HELVI)	5MA	M	36m	8	99.88	0,1205	MP
17. MOTO STUL#1	1NA	B	72m	3	99.96	0,1249	MC
18. MOTO STUL#2	1NA	B	72m	3	99.96	0,1249	MC
19. MOTOR PARA PULIR	1NA	M	24m	16	99.76	0,1247	MP
20.PULIDORA BLACK & DECKER#1	1NA	M	48m	16	99.76	0,1249	MC
21. PULIDORA BLACK & DECKER#2	1NA	M	48m	16	99.86	0,1249	MC
22. PULIDORA DEWALT (8000 RPM)	1NA	M	72m	16	99.86	0,9876	MC
23. PULIDORA MAKITA	1NA	M	72m	16	99.86	0,1247	MC
24. PULIDORA DEWALT (1000 RPM)	1NA	M	72m	16	99.82	0,1247	MC
25. ESMERIL#1	1NA	A	36m	8	99.82	0,1236	MC
26. ESMERIL BLACK & DECKER	1NA	M	36m	8	99.82	0,1236	MC
27. ESMERIL BG-6	1NA	M	24m	8	99.63	0,1236	MC
28. COMPRESOR 100PSI	1NA	B	12m	8	99.72	0,1247	MC
29. SEGUETA INDUSTRIAL	1NA	B	6m	3	96.84	0,1248	MC
30. SIERRA ELECTRICA	1NA	B	4m	32	96.84	0,1247	MP
36. MOTOGENERADOR 220V	4MB	A				0,7898	MC

RESPONSABLES:

APROBADO POR:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

*Tabla 14 selección del mantenimiento en base indicadores*

En base a la tabla 13 de parámetros de indicadores de mantenimiento se seleccionaron los equipos críticos de Fumeco Ltda. Los cuales son:

EQUIPO CRITICO
HORNO CUBILOTE
HORNO DE CRISOL
TORNO SOMUA
TORNO ORN
TORNO SOUTH BEND
MAQ. DE SOLDAR (LINCON#1)
MAQ. DE SOLDAR (LINCON #2)
MAQ. DE SOLDAR (HELVI)

*Cuadro 4 Equipos Críticos*

## **5. SELECCIÓN E IMPLEMENTACION DEL MANTENIMIENTO DE FUMECO LTDA.**

*Mantenimiento:* El mantenimiento es una disciplina integradora que garantiza la disponibilidad, funcionalidad y conservación del equipamiento, siempre que se aplique correctamente, a un costo competitivo. Esto significa un incremento importante de la vida útil de los equipos y sus prestaciones.

*¿Por qué controlar y evaluar la gestión de mantenimiento en las empresas?* Sencillamente porque necesitamos saber cuan eficiente es la aplicación de la política de mantenimiento que hemos planificado para nuestro entorno productivo. Esta información nos permite actuar de forma rápida y precisa sobre los factores débiles en nuestro mantenimiento.

### **5.1 Plan de trabajo de mantenimiento:**

Es un conjunto lógico y ordenado de elementos necesarios para atender un requerimiento de mantenimiento en forma óptima (seguridad, integridad técnica, confiabilidad, duración mínima y costos competitivos)

La selección del mantenimiento para FUMECO Ltda. Se ha basado principalmente en los indicadores propuestos en el capítulo anterior en donde explica y justifica

cada uno de ellos , se han seleccionado la implementación de tres procedimientos de mantenimiento para fumeco Ltda. En base a las necesidades existentes en la empresa, tales como son:

*Mantenimiento Predictivo o Basado en la Condición*, consiste en inspeccionar los equipos a intervalos regulares y tomar acción para prevenir las fallas o evitar las consecuencias de las mismas según condición.

Incluye tanto las inspecciones objetivas (con instrumentos) y subjetivas (con los sentidos), como la reparación del defecto (falla potencial)

*Mantenimiento Preventivo o Basado en el Tiempo*, consiste en reacondicionar o sustituir a intervalos regulares un equipo o sus componentes, independientemente de su estado en ese momento. .

*Mantenimiento Correctivo o a la Rotura*, consiste en el reacondicionamiento o sustitución de partes en un equipo una vez que han fallado, es la reparación de la falla (falla funcional), ocurre de urgencia o emergencia.

Estos tres procedimientos se definieron en base a las tabla 13 y 14 , en donde están definidos parámetros los cuales se analizaron y evaluaron por los entes directamente involucrados tales como gerencia y producción , los cuales definieron la selección de los parámetros de la selección de estos procedimientos, cabe anotar que de cada indicador se selecciona cualquiera de los tres mantenimientos este proceso se explica según la tabla 13 en donde la decisión del mantenimiento se toma en base a la mayoría del procedimiento seleccionado y en el caso de haber una igualdad entre dos procedimientos seleccionados se entra a analizar de manera individual cada indicador teniendo de cómo prioridad el indicador de factor de riesgo en donde se analiza y priorizar las consecuencias personales y económicas ( ver figura 3) la cuales fueron seleccionadas por políticas de la empresa , en donde se ha priorizado la importancia de la salud ocupacional y seguridad industrial que debe existir en toda compañía.

Para cada equipo se realizara un instructivo de procedimiento que va anexo a la hoja de vida y de igual manera un instructivo del mantenimiento que ira en la carpeta del equipo.

Para la realización de cualquier proceso de mantenimiento siempre debe existir una emisión de una ORDEN DE TRABAJO la cual es emitida por el equipo de producción después de haberse hecho un chequeo en donde se analiza la condición del equipo y si amerita que el equipo pare.

La realización de la orden de trabajo se basa en cronograma de mantenimiento, las rondas estructuradas y los equipos que trabajan a correctivo, en esta orden de trabajo se especifica la fecha, el tiempo de realización del trabajo, la persona encargada, la descripción, y la persona quien emite la orden. Ver anexo B

### *Instructivo de procedimiento*

A continuación definiremos el instructivo de procedimiento de mantenimiento para cada equipo en donde se han seleccionado en base a la tabla 14. Así:

#### **5.1.1.1 Horno Cubilote**

##### Mantenimiento preventivo:

1. Se realizo el reconocimiento de las partes criticas del torno las cuales se consideraron en base a información por operadores y libros de mantenimiento de maquinas y herramientas , considerando las siguientes partes:
  - a. Motor eléctrico
  - b. Blower
  - c. Toberas
  - d. Ladrillos refractarios
2. Se definirá 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 incrementando de manera directa a los indicadores los cuales son los que nos indican la mejora de nuestros equipos.
3. La documentación del formato se realizo en base a recomendaciones de entes especializados en el área de manuales de operación dados en la tesis de optimización de hornos de cubilote mediante rediseño y reconstrucción.
4. Formato:

TAG:

**HORNO CUBILOTE**

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

ACCESORIO	PROCEDIMIENTO	ECUENCIA
1, Blower	Verificación de ajuste en el eje (manual)	
	Verificación de alabes (visual)	D
	Verificación de la succión y descarga(visual)	D
	Verificación de ajuste de correas y poleas (manual)	D
2, Toberas	Inspeccionar la existencia de obstrucciones (visual y manual)	D
	Revisión de existencia de fugas ( Detector de fugas)	D
	Limpieza de escoria (manual)	S
	Verificación de visores ( visual y manual)	D
3, Refractario	Limpieza de escoria (manual)	S
	Reparqueo y verificación del ajuste refractario(manual)	S
	Cambio de refractario	6M
4. Motor eléctrico	Limpieza de bornera	6M
	Remisión masa tierra	6M
	Lubricación de rodamiento ( grasera )	3M
	Ajuste acople	A

D: Diario

S: Semanal

M: Mensual -- ( el numero son el numero de meses )

A: Anual

Responsable: \_\_\_\_\_ Cargo: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### 5.1.1.2 Horno Basculante

#### Mantenimiento preventivo:

1. Se realizo el reconocimiento de las partes criticas del torno las cuales se consideraron en base a información por operadores y libros de mantenimiento de maquinas y herramientas , considerando las siguientes partes:
  - a. Motor eléctrico
  - b. Blower
  - c. Toberas
  - d. Ladrillos refractarios
  - e. Sistema de bascula
  - f. Combustible
  
2. Se definirá 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 incrementando de manera directa a los indicadores los cuales son los que nos indican la mejora de nuestros equipos.
  
3. La documentación del formato se realizo en base a recomendaciones de entes especializados en el área de manuales de operación dados en la tesis de optimización de hornos de cubilote mediante rediseño y reconstrucción.
  
4. Formato:

TAG:

**HORNO BASCULANTE**

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

ACCESORIO	PROCEDIMIENTO	FRECUENCIA
1, Blower	Verificación de ajuste en el eje (manual)	D
	Verificación de alabes (visual)	D
	Verificación de la succión y descarga(visual)	D
	Verificación de ajuste de correas y poleas (manual)	D
	Inspeccionar la existencia de obstrucciones (visual y manual)	D
2, Combustible	Revisión de existencia de fugas ( Detector de fugas)	D
	Revisión de válvulas del tanque de combustible	S
	Cambio de filtro de Aceite	4M
3, Sistema de Bascula	Lubricar sistema de bascula	D
	Desmontaje y Limpieza de partes	6M
4, Refractario	Limpieza de escoria (manual)	S
	Reparqueo y verificación del ajuste refractario(manual)	S
	Cambio de refractario	6M
5. Motor eléctrico	Limpieza de bornera	6M
	Revisión masa tierra	6M
	Lubricación de rodamiento ( grasera )	3M
	Ajuste acople	A

D: Diario

S: Semanal

M: Mensual -- ( el numero son el numero de meses )

A: Anual

Responsable: \_\_\_\_\_ Cargo: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### 5.1.1.3 Horno de Crisol

#### Mantenimiento preventivo:

1. Se realizo el reconocimiento de las partes criticas del torno las cuales se consideraron en base a información por operadores y libros de mantenimiento de maquinas y herramientas , considerando las siguientes partes:
  - a. Motor eléctrico
  - b. Blower
  - c. Toberas
  - d. Ladrillos refractarios
  - e. Sistema de bascula
  - f. Combustible
  
2. Se definirá 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 incrementando de manera directa a los indicadores los cuales son los que nos indican la mejora de nuestros equipos.
  
3. La documentación del formato se realizo en base a recomendaciones de entes especializados en el área de manuales de operación dados en la tesis de optimización de hornos de cubilote mediante rediseño y reconstrucción.
  
4. Formato:

TAG:

## HORNO CRISOL

### MANTENIMIENTO PREVENTIVO

ACCESORIO	PROCEDIMIENTO	FRECUENCIA
1, Blower	Verificación de ajuste en el eje (manual)	D
	Verificación de alabes (visual)	D
	Verificación de la succión y descarga (visual)	D
	Verificación de ajuste de correas y poleas (manual)	D
	Inspeccionar la existencia de obstrucciones (visual y manual)	D
2, Combustible	Revisión de existencia de fugas ( Detector de fugas)	D
	Revisión de válvulas del tanque de combustible	S
	Cambio de filtro de Aceite	6M
3. Refractario	Limpieza de escoria (manual)	S
	Reparcheo y verificación del ajuste refractario (manual)	S
	Cambio de refractario	6M
4. Motor eléctrico	Limpieza de bornera	6M
	Revisión masa tierra	6M
	Lubricación de rodamiento ( grasera )	3M
	Ajuste acople	A

D: Diario

S: Semanal

M: Mensual -- ( el numero son el numero de meses )

A: Anual

Responsable: \_\_\_\_\_ Cargo: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

#### 5.1.1.4 Torno Somua

##### Mantenimiento preventivo:

1. Se realizo el reconocimiento de las partes criticas del torno las cuales se consideraron en base a información por operadores y libros de

mantenimiento de maquinas y herramientas , considerando las siguientes partes:

- a. Motor eléctrico
- b. Caja de velocidades
- c. Cabezal
- d. Delantal
- e. Carro longitudinal
- f. Carro transversal
- g. Dial de la pinola
- h. Husillo de cilindrar
- i. Husillo de mando
- j. Cremallera
- k. Barra de roscar
- l. Pinola del contra punto
- m. Cola de milano

2. Se definirá 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 incrementando de manera directa a los indicadores los cuales son los que nos indican la mejora de nuestros equipos.

3. La documentación del formato se realizo en base a recomendaciones de entes especializados en el área de maquinas y herramientas tales como el sena, libros y vía electrónica.

4. Formato:

TAG:

**TORNO SOMUA**

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

ACCESORIO	PROCEDIMIENTO	FRECUENCIA
1. Carro longitudinal	Lubricar ( aceitera )	D
2. Cola de milano	Lubricar ( aceitera )	D
3. Carro transversal	Lubricar ( aceitera )	D
4. Dial de carro superior	Lubricar ( aceitera )	D
5. Dial de pinola	Lubricar ( aceitera )	D
6. Usillo de mando	Lubricar ( manual )	S
7. Barra de roscar	Lubricar ( manual )	S
8. Usillo de cilindrar	Lubricar ( manual )	S
9. Pinola del contra punta	Lubricar ( manual )	D
10. Delantal	Verificación de nivel ( visual )	S
11. Cremallera	Lubricar ( manual )	D
12. Engranje de cambio	Verificación de lubricación y engrasar ( manual )	M
13. Nivel de aceite del cabezal	Verificación de nivel ( visual )	D
14. Motor eléctrico	Limpieza de bornera	6M
	Revisión masa tierra	6M
	Lubricación de rodamiento ( grasera )	3M
	Ajuste acople	A

D: Diario

S: Semanal

M: Mensual -- ( el numero son el numero de meses )

A: Anual

Responsable: \_\_\_\_\_

—

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Cargo: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### 5.1.1.5 Torno Orn

#### Mantenimiento preventivo:

1. Se realizo el reconocimiento de las partes criticas del torno las cuales se consideraron en base a información por operadores y libros de

mantenimiento de maquinas y herramientas , considerando las siguientes partes:

- a. Motor eléctrico
- b. Caja de velocidades
- c. Cabezal
- d. Delantal
- e. Carro longitudinal
- f. Carro transversal
- g. Dial de la pinola
- h. Husillo de cilindrar
- i. Husillo de mando
- j. Cremallera
- k. Barra de roscar
- l. Pinola del contra punto
- m. Cola de milano

2. Se definirá 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 incrementando de manera directa a los indicadores los cuales son los que nos indican la mejora de nuestros equipos.

3. La documentación del formato se realizo en base a recomendaciones de entes especializados en el área de maquinas y herramientas tales como el sena, libros y vía electrónica.

4. Formato:

TAG:

TORNO ORN

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

ACCESORIO	PROCEDIMIENTO	FRECUENCIA
1. Carro longitudinal	Lubricar ( aceitera )	D
2. Cola de milano	Lubricar ( aceitera )	D
3. Carro transversal	Lubricar ( aceitera )	D
4. Dial de carro superior	Lubricar ( aceitera )	D
5. Dial de pinola	Lubricar ( aceitera )	D
6. Usillo de mando	Lubricar ( manual )	S
7. Barra de roscar	Lubricar ( manual )	S
8. Usillo de cilindrar	Lubricar ( manual )	S
9. Pinola del contra punta	Lubricar ( manual )	D
10. delantal	Verificación de lubricación y engrasar ( manual )	S
11. Cremallera	Lubricar ( manual )	D
12. Engranje de cambio	Verificación de lubricación y engrasar ( manual )	M
13. Motor eléctrico	Limpieza de bornera	6M
	Revisión masa tierra	6M
	Lubricación de rodamiento ( grasera )	3M
	Ajuste acople	A

D: Diario

S: Semanal

M: Mensual -- ( el numero son el numero de meses )

A: Anual

Responsable: \_\_\_\_\_

Cargo: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### 5.1.1.6 Torno South Bend

#### Mantenimiento preventivo:

1. Se realizo el reconocimiento de las partes criticas del torno las cuales se consideraron en base a información por operadores y libros de

mantenimiento de maquinas y herramientas , considerando las siguientes partes:

- a. Motor eléctrico
- b. Caja de velocidades
- c. Cabezal
- d. Delantal
- e. Carro longitudinal
- f. Carro transversal
- g. Dial de la pinola
- h. Husillo de cilindrar
- i. Husillo de mando
- j. Cremallera
- k. Barra de roscar
- l. Pinola del contra punto
- m. Cola de milano

2. Se definirá 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 incrementando de manera directa a los indicadores los cuales son los que nos indican la mejora de nuestros equipos.
3. La documentación del formato se realizo en base a recomendaciones de entes especializados en el área de maquinas y herramientas tales como el sena, libros y vía electrónica.
4. Formato:

**TAG:** \_\_\_\_\_

**TORNO SOUTH BEND**

<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>		
<b>ACCESORIO</b>	<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>FRECUENCIA</b>
1. Carro longitudinal	Lubricar ( aceitera )	D
2. Cola de milano	Lubricar ( aceitera )	D
3. Carro transversal	Lubricar ( aceitera )	D
4. Dial de carro superior	Lubricar ( aceitera )	D
5. Dial de pinola	Lubricar ( aceitera )	D
6. Usillo de mando	Lubricar ( manual )	S
7. Barra de roscar	Lubricar ( manual )	S
8. Usillo de cilindrar	Lubricar ( manual )	S
9. Pinola del contra punta	Lubricar ( manual )	D
10. delantal	Verificación de lubricación y engrasar ( manual )	S
11. Cremallera	Lubricar ( manual )	D
12. Sistema de cambio	Verificación de ajuste de poleas y correas ( manual )	M
13. Motor eléctrico	Limpieza de bornera	6M
	Revisión masa tierra	6M
	Lubricación de rodamiento ( grasera )	3M
	Ajuste acople	A

D: Diario

S: Semanal

M: Mensual -- ( el numero son el numero de meses )

A: Anual

Responsable: \_\_\_\_\_

Cargo: \_\_\_\_\_

### **5.1.1.7 Taladro Buffalo**

#### Mantenimiento preventivo:

1. Se realizo el reconocimiento de las partes criticas del torno las cuales se consideraron en base a información por operadores y libros de mantenimiento de maquinas y herramientas , considerando las siguientes partes:
  - a. Motor eléctrico
  - b. Sistema de velocidades
  - c. Columna
  - d. Resorte de retorno
  - e. Mesa
2. Se definirá 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 incrementando de manera directa a los indicadores los cuales son los que nos indican la mejora de nuestros equipos.

3. La documentación del formato se realizo en base a recomendaciones de entes especializados en el área de maquinas y herramientas tales como el sena, libros y vía electrónica.

4. Formato:

TAG:

<b>TALADRO BUFFALO</b>		
<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>		
<b>ACCESORIO</b>	<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>FRECUENCIA</b>
1. Motor eléctrico	Limpieza de bornera	6M
	Revisión masa tierra	6M
	Lubricación de rodamiento ( graser )	3M
	Ajuste acople	A
2. Sistema de velocidades	Ajuste de poleas y correas	6M
	Limpieza	3M
3. Resorte de retorno	Cambio de buje mando de husillo	3A
	Ajuste y verificación de tensión	D
4. Columna	Revisión y lubricación de la cremallera	D
	Revisión del contrapeso	6M
5. Mesa	Revisión de los prisioneros a la columna	D

D: Diario

S: Semanal

M: Mensual -- ( el numero son el numero de meses )

A: Anual

Responsable: \_\_\_\_\_ Cargo: \_\_\_\_\_

### 5.1.1.8 Taladro Nuevo

#### Mantenimiento preventivo:

1. Se realizo el reconocimiento de las partes criticas del torno las cuales se consideraron en base a información por operadores y libros de mantenimiento de maquinas y herramientas , considerando las siguientes partes:

- a. Motor eléctrico
- b. Sistema de velocidades
- c. Columna
- d. Resorte de retorno

e. Mesa

2. Se definirá 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 incrementando de manera directa a los indicadores los cuales son los que nos indican la mejora de nuestros equipos.
3. La documentación del formato se realizo en base a recomendaciones de entes especializados en el área de maquinas y herramientas tales como el sena, libros y vía electrónica.
4. Formato:

**TAG:**

<b>TALADRO NUEVO</b>		
<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>		
<b>ACCESORIO</b>	<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>FRECUENCIA</b>
1. Motor eléctrico	Limpieza de bornera	6M
	Revisión masa tierra	6M
	Lubricación de rodamiento ( graser )	3M
	Ajuste acople	A
2. Sistema de velocidades	Ajuste de poleas y correas	6M
	Limpieza	3M
	Cambio de buje mando de husillo	3A
3. Resorte de retorno	Ajuste y verificación de tensión	D
4. Columna	Revisión y lubricación de la cremallera	D
	Revisión del contrapeso	6M
5. Mesa	Revisión de los prisioneros a la columna	D

D: Diario

S: Semanal

M: Mensual -- ( el numero son el numero de meses )

A: Anual

Responsable: \_\_\_\_\_ Cargo: \_\_\_\_\_

### 5.1.1.9 Cepillo

#### Mantenimiento preventivo:

1. Se realizo el recorocimiento de las partes críticas del torno las cuales se consideraron en base a información por operadores y libros de mantenimiento de maquinas y herramientas, considerando las siguientes partes:

- a. Motor eléctrico
  - b. Sistema de velocidades
  - c. Torpedo
  - d. Mesa
2. Se definirá 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 incrementando de manera directa a los indicadores los cuales son los que nos indican la mejora de nuestros equipos.
  3. La documentación del formato se realizo en base a recomendaciones de entes especializados en el área de maquinas y herramientas tales como el sena, libros y vía electrónica.
  4. Formato:

AG:		
<b>CEPILLO</b>		
<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>		
ACCESORIO	PROCEDIMIENTO	FRECUENCIA
1. Motor eléctrico	Limpieza de bornera	6M
	Revisión masa tierra	6M
	Lubricación de rodamiento ( grasera )	3M
	Ajuste acople	A
2. Sistema de velocidades	Ajuste de poleas y correas	6M
	Limpieza	3M
	Engrase del sistema	A
	Cambio de buje del brazo oscilador	3A
3. Torpedo	Revisión y ajuste de guía	3M
	Lubricación ( aceitera)	D
	Lubricación y ajuste del porta cuchilla	D
4. Mesa	Lubricación a rosca horizontal	D
	Lubricación a rosca vertical	D
	Limpieza	D

D: Diario

S: Semanal

M: Mensual -- ( el numero son el numero de meses )

A: Anual

Responsable: \_\_\_\_\_ Cargo: \_\_\_\_\_

### 5.1.1.10 Motor para Pulir

#### Mantenimiento preventivo:

1. Se realizo el reconocimiento de las partes críticas del torno las cuales se consideraron en base a información por operadores y libros de mantenimiento de maquinas y herramientas, considerando las siguientes partes:

a. Motor eléctrico

2. Se definirá 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 incrementando de manera directa a los indicadores los cuales son los que nos indican la mejora de nuestros equipos.

3. La documentación del formato se realizo en base a recomendaciones de entes especializados en el área de maquinas y herramientas tales como el sena, libros y vía electrónica.

4. Formato:

**TAG:**

#### MOTOR PARA PULIR

#### **MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

ACCESORIO	PROCEDIMIENTO	FRECUENCIA
1. Motor eléctrico	Limpieza de bornera	6M
	Revisión masa tierra	6M
	Lubricación de rodamiento ( grasera )	3M
	Ajuste acople	A

S: Semanal

M: Mensual -- ( el numero son el numero de meses )

A: Anual

Responsable: \_\_\_\_\_

Cargo: \_\_\_\_\_

### 5.1.1.11 Motogenerador

#### Mantenimiento preventivo:

1. Se realizo el reconocimiento de las partes críticas del torno las cuales se consideraron en base a información por operadores y libros de mantenimiento de maquinas y herramientas, considerando las siguientes partes:

a. Motor eléctrico

2. Se definirá 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 incrementando de manera directa a los indicadores los cuales son los que nos indican la mejora de nuestros equipos.

3. La documentación del formato se realizo en base a recomendaciones de entes especializados en el área de maquinas y herramientas tales como el sena, libros y vía electrónica.

4. Formato :

**TAG:**

**MOTO GENERADOR**  
**MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

ACCESORIO	PROCEDIMIENTO	FRECUENCIA
1. Motor eléctrico	Limpieza de bornera	6M
	Revisión masa tierra	6M
	Lubricación de rodamiento ( grasera )	3M
	Ajuste acople	A

S: Semanal

M: Mensual -- ( el numero son el numero de meses )

A: Anual

Responsable: \_\_\_\_\_ Cargo: \_\_\_\_\_

### 5.1.1.12 Sierra Eléctrica

#### Mantenimiento preventivo:

1. Se realizo el reconocimiento de las partes críticas del torno las cuales se consideraron en base a información por operadores y libros de mantenimiento de maquinas y herramientas, considerando las siguientes partes:

- a. Motor eléctrico
- b. Sistema de velocidades

2. Se definirá 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 incrementando de manera directa a los indicadores los cuales son los que nos indican la mejora de nuestros equipos.

3. La documentación del formato se realizo en base a recomendaciones de entes especializados en el área de maquinas y herramientas tales como el sena, libros y vía electrónica.

5. Formato:

**TAG:**

**SIERRA ELECTRICA**

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

ACCESORIO	PROCEDIMIENTO	FRECUENCIA
1. Motor eléctrico	Limpieza de bornera	6M
	Revisión masa tierra	6M
	Lubricación de rodamiento ( grasera )	3M
	Ajuste acople	A
2. Transmisión	Ajuste de poleas y correas	3M
	Lubricación de rodamiento ( grasera )	3M
	Limpieza	3M

D: Diario

S: Semanal

M: Mensual -- ( el numero son el numero de meses )

A: Anual

Responsable: \_\_\_\_\_

Cargo: \_\_\_\_\_

**5.1.1.13 Maquina de Soldar Lincon-1**

Mantenimiento preventivo:

1. Se realizo el reconocimiento de las partes críticas del torno las cuales se consideraron en base a información por operadores y libros de mantenimiento de maquinas y herramientas, considerando las siguientes partes:

- a. Cables
- b. Porta electrodos
- c. Transformador
- d. Variac

2. Se definirá 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 incrementando de manera directa a los indicadores los cuales son los que nos indican la mejora de nuestros equipos.

3. La documentación del formato se realizo en base a recomendaciones de entes especializados en el área de maquinas y herramientas tales como el sena, libros y vía electrónica.

5. Formato:

**TAG:**

**MAQUINA DE SOLDAR LINCON-1**

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

ACCESORIO	PROCEDIMIENTO	FRECUENCIA
1. Cables	Verificación de continuidad	D
	Verificación de aislamiento	D
	Verificación de conectores	D
2. Porta electrodo	Verificación y ajuste del resorte	D
	Verificación del aislamiento del mango	D
	Verificación de contactor	D
3. Variac	Limpieza y ajuste de conectores	3M
4. Transformador	Limpieza	3M
	Prueba de resistividad	6M
	Revisión de conexiones	3M
	Revisión y verificación de aislamiento general	3M

D: Diario

S: Semanal

M: Mensual -- ( el numero son el numero de meses )

A: Anual

Responsable: \_\_\_\_\_ Cargo: \_\_\_\_\_

**5.1.1.14 Maquina de Soldar Lincon-2**

Mantenimiento preventivo:

1. Se realizo el reconocimiento de las partes críticas del torno las cuales se consideraron en base a información por operadores y libros de mantenimiento de maquinas y herramientas, considerando las siguientes partes:

- a. Cables
- b. Porta electrodos
- c. Transformador
- d. Variac

2. Se definirá 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 incrementando de manera directa a los indicadores los cuales son los que nos indican la mejora de nuestros equipos.

3. La documentación del formato se realizo en base a recomendaciones de entes especializados en el área de maquinas y herramientas tales como el sena, libros y vía electrónica.

5. Formato:

**TAG:**

<b>MAQUINA DE SOLDAR LINCON-2</b>		
<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>		
<b>ACCESORIO</b>	<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>FRECUENCIA</b>
1. Cables	Verificación de continuidad	D
	Verificación de aislamiento	D
	Verificación de conectores	D
2. Porta electrodo	Verificación y ajuste del resorte	D
	Verificación del aislamiento del mango	D
	Verificación de contactor	D
3. Variac	Limpieza y ajuste de conectores	3M
4. Transformador	Limpieza	3M
	Prueba de resistividad	6M
	Revisión de conexiones	3M
	Revisión y verificación de aislamiento general	3M

D: Diario

S: Semanal

M: Mensual -- ( el numero son el numero de meses )

A: Anual

Responsable: \_\_\_\_\_ Cargo: \_\_\_\_\_

### 5.1.1.15 Maquina de Soldar Helvi

Mantenimiento preventivo:

1. Se realizo el reconocimiento de las partes críticas del torno las cuales se consideraron en base a información por operadores y libros de mantenimiento de maquinas y herramientas, considerando las siguientes partes:

- a. Cables
- a. Porta electrodos
- b. Transformador
- c. Variac

2. Se definirá 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 incrementando de manera directa a los indicadores los cuales son los que nos indican la mejora de nuestros equipos.

3. La documentación del formato se realizo en base a recomendaciones de entes especializados en el área de maquinas y herramientas tales como el sena, libros y vía electrónica.

4. Formato:

**TAG:**

**MAQUINA DE SOLDAR HELVI**

MANTENIMIENTO PREVENTIVO		
ACCESORIO	PROCEDIMIENTO	FRECUENCIA
1. Cables	Verificación de continuidad	D
	Verificación de aislamiento	D
	Verificación de conectores	D
2. Porta electrodo	Verificación y ajuste del resorte	D
	Verificación del aislamiento del mango	D
	Verificación de contactor	D
3. Variac	Limpieza y ajuste de conectores	3M
4. Transformador	Limpieza	3M
	Prueba de resistividad	6M
	Revisión de conexiones	3M
	Revisión y verificación de aislamiento general	3M

D: Diario

S: Semanal

M: Mensual -- ( el numero son el numero de meses )

A: Anual

Responsable: \_\_\_\_\_ Cargo: \_\_\_\_\_

Los equipos los cuales por los parámetros de la selección de indicadores han sido seleccionados dentro de los procesos de mantenimiento como mantenimiento correctivo se les a realizado el siguiente procedimiento a seguir:

**5.1.1.16 Equipos a Correctivos**

Mantenimiento correctivo:

1. El equipo se deja correr a falla después de presentada la falla se registra en almacén la salida de servicio del equipo; en donde se registra el modo de operación en el momento de la falla realizado por el operario y fecha.

Formato:

### FORMATO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

ITEMS	EQUIPO	FECHA	OPERADOR	FALLA - DESCRIPCION

RESPONABLES: \_\_\_\_\_ APROBADO: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2. Se pasa un informe a producción el cual decide la reparación del equipo, si se aprueba la reparación o una reposición del equipo en el peor de los casos.

3. Se procede a emitir la orden de trabajo para la reparación si no se puede reparar dentro de la empresa, se realiza con técnicos especializados en el área.

4. Se recibe el equipo a conformidad por producción o almacén registrándolo en la hoja de vida y dando las respectivas recomendaciones después de un análisis de la posible falla (si así lo requiere) e informar al operador encargado.

En base a los procedimientos anteriormente descritos se procede a la realización del cronograma de mantenimiento y los rondas estructuradas en donde se determinaron funciones a los operadores, jefe de mecánica y de fundición que sean los directos responsables de los procesos de mantenimientos. Estas funciones son delegadas por producción con la coordinación de la gerencia.

A continuación se procederá a definir las rondas estructuradas y el cronograma de mantenimiento el cual estará visualizado para 24 meses en donde a los primeros 6 meses se evaluara y realizara las modificaciones, corriendo de manera continua el cronograma asiendo el respectivo control y evaluación periódica.

### **5.1.2 Ronda Estructurada**

La ronda estructura de fumeco Ltda. Estará coordinada por el equipo de producción y jefe de departamento la cual se realizara diariamente antes del inicio de cada equipo, en donde el equipo de producción la realizara el ultimo día de la semana laboral en conjunto con el jefe de cada departamento, esta ronda estructurada se realizara en base a la distribución de los equipos según el procedimiento descrito a continuación:

Mecánica.

Se realizara el recorrido en el siguiente orden:

1. Motogenerador
2. Cepillo
3. Taladros
4. Tornos

Fundición.

1. Hornos

En donde se llenara diariamente un formato suministrado por producción el cual se definió en base a los instructivos descritos por cada equipo ,a continuación se mostraran los formatos para los equipos los cuales se le hace necesario la revisión diaria de alguno de sus componentes.

## FORMATO DE RONDAS ESTRUCTURADAS

Encargado: \_\_\_\_\_

HORNO	TAG:	B	M	OBSERVACIONES
1. <i>Blower</i>				
2. Combustible				
3. Sistema de bascula				
4. Refractario				

TORNO	TAG:	B	M	OBSERVACIONES
1. Carro longitudinal				
2. Cola de milano				
3. Dial carro superior				
4. <i>Pinola</i> del contrapeso				
5. Cremallera				
6. Guía del carro longitudinal				
7. Nivel de aceite cabezal fijo				
8. Nivel de aceite cabezal de velocidad				

TALADRO	TAG:	B	M	OBSERVACIONES
1. Resorte de retomo				
2. Columna				
3. Cremallera				
4. Prisionero de la mesa				

CEPILLO	TAG:	B	M	OBSERVACIONES
1. Torpedo				
2. Porta cuchilla				
3. Rosca transversal				
4. Rosca horizontal				
5. Limpieza				

**B:** El equipo sigue operando sin riesgo de falla

**M:** El equipo para y procede a reparación hasta habilitarlo

Responsables \_\_\_\_\_

Aprobado \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## 5.2 CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO

### CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO DE FUMECO LTDA 2004

EQUIPO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT	OCT	NOV	DIC
TORNO SOMUA	X	X	X	X	X	X	X
TORNO ORN	X	X	X	X	X	X	X
TORNO SOUTH BEND	X	X	X	X	X	X	X
TALADRO BUFFALO	X	X	X	X	X	X	X
MAQ. DE SOLDAR LINCON-1		X			X		X
MAQ. DE SOLDAR LINCON-2		X			X		
MAQ. DE SOLDAR HELVI		X			X		X
MOTOR PARA PÙLIR		X			X		X
SIERRA ELECTRUCA		X			X		X
MOTO GENERADOR	X			X			X
HORNO CUBILOTE	X			X		X	
HORNO BASCULANTE	X			X			X
CEPILLO		X			X		X

Cuadro 5 Cronograma de mantenimiento 2004

### CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO DE FUMECO LTDA 2005

EQUIPO	ENERO	FEB	MAR	ABRIL	MAYO	JUNO	JULIO	AGOSTO	SEPT	OCT	NOV	DIC
TORNO SOMUA	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
TORNO ORN	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
TORNO SOUTH BEND	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
TALADRO BUFFALO			x			x			x			x
MAQ. DE SOLDAR LINCON-1				x			x			x		
MAQ. DE SOLDAR LINCON-2	x			x			x			x		
MAQ. DE SOLDAR HELVI	x			x			x			x		
MOTOR PARA PÙLIR				x			x			x		x
SIERRA ELECTRUCA				x		x			x			x
MOTO GENERADOR			x			x			x			x
HORNO CUBILOTE			x		x			x				x
HORNO BASCULANTE			x			x		x				x
CEPILLO				x			x			x		

Cuadro 6 Cronograma de mantenimiento 2005

Este cronograma esta sujeto a cambios debido a disponibilidad de tiempo o factibilidad del mantenimiento el cual se indicara con marcador rojo (aplazado) marcador verde el realizado en donde se registrar en un formato anexo el equipo en mantenimiento aplazado y descripción en donde se aclarara la fecha de realización del nuevo mantenimiento.

Formato.

**FORMATO DE MANTENIMIENTO APLAZADO**

ITEMS	EQUIPO	FECHA-APL	DESCRIPCION	FECHA-REP

RESPONABLES: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## **6. ANÁLISIS DE COSTOS**

Según estudios elaborados dentro de algunas compañías de importancia en el mercado local, los costos asociados al mantenimiento de sus plantas productivas y a las actividades logísticas del almacenamiento y la distribución llegan a significar entre un 40% y un 60% de los costos totales en la manufactura del producto que elaboran. De tal manera que cualquier instancia en mejorar la administración de estas áreas dentro de la empresa, significará obtener reducciones en sus costos asociados, conllevando en una disminución de los costos de producción de un bien y haciendo más competitiva su comercialización dentro del mercado.

Específicamente para el área de mantención, la implementación de un sistema de mantenimiento, redundará con seguridad en concretos retornos de inversión sustentados en la reducción de los costos, por su utilización en un plazo no mayor a 3 años en la mayoría de los casos.

El análisis de costo de mantenimiento es de suma importancia en cualquier proyecto a realizar y en la implementación de un plan de mantenimiento se convierte en el indicador de factibilidad para la realización del mantenimiento a un equipo.

En FUMECO Ltda. se realizó un análisis de costo basándose en el costo real de los equipos y el costo de mantenimiento de los equipos los cuales se determinaron de la siguiente manera:

### **6.1 DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO**

Los costos de mantenimientos en cualquier empresa son gastos que se generan, los cuales dependen de la buena o mala administración de nuestros recursos provocando la elevación o disminución de los costos.

El costo de mantenimiento de los equipos se determinó de la siguiente manera:

CMA: Materiales + repuestos utilizados + valor de reparaciones.

EQUIPO	%	COSTO DE MTTO.
1. HORNO CUBILOTE	0,15	534309
2. HORNO BASCULANTE	0,05373	191371,674
3. HORNO DE CRISOL	0,0154	54855,724
4. TORNO SOMUA	0,12	427447,2
5. TORNO ORN	0,1	356206
6. TORNO SOUTH BEND	0,046	163854,76
7. CEPILLO	0,0526	187364,356
8. TALADRO INDUSTRIAL (BUFFALO)	0,024	85489,44
9. TALADRO INDUSTRIAL	0,024	85489,44
10. TALADRO SEMI-INDUSTRIAL	0,0155	55211,93
11. TALADRO BLACK&DECKER	0,00185	6589,811
12. TALADRO ROCKWEL	0,00185	6589,811
13. TALADRO ISKRA	0,00185	6589,811
14. MAQ. DE SOLDAR (LINCON#1)	0,0148	52718,488
15. MAQ. DE SOLDAR (LINCON #2)	0,0148	52718,488
16. MAQ. DE SOLDAR (HELVI)	0,024	85489,44
17. MOTO STUL#1	0,0062	22084,772
18. MOTO STUL#2	0,0062	22084,772
19. MOTOR PARA PULIR	0,00464	16527,9584
20. PULIDORA BLACK & DECKER#1	0,02022	72024,8532
21. PULIDORA BLACK & DECKER#2	0,02022	72024,8532
22. PULIDORA DEWALT (8000 RPM)	0,0383	136426,898
23. PULIDORA MAKITA	0,0383	136426,898
24. PULIDORA DEWALT (1000 RPM)	0,00558	19858,4845
25. ESMERIL#1	0,00371	13215,2426
26. ESMERIL BLACK & DECKER	0,00371	13215,2426
27. ESMERIL BG-6	0,00371	13215,2426
28. COMPRESOR 100PSI		
29. SEGUETA INDUSTRIAL	0,0269	95819,414
30. SIERRA ELECTRICA	0,0216	76940,496
31. SOLDADURA OXIACETILENICA#1	0,0495	176321,97
32. SOLDADURA OXIACETILENICA#2	0,0495	176321,97
33. BOQUILLAS DE CORTE EN OXI	0,0278	99025,268
34. JUEGO DE MANGUERAS#1	0,00278	9902,5268
35. JUEGO DE MANGUERAS#2	0,00278	9902,5268
36. MOTOGENERADOR 220V	0,0052	18522,712

Tabla 15 Costos de mantenimiento anual de cada equipo.

## 6.2 DETERMINACIÓN DEL COSTO NETO EQUIPO

Es importante antes de proceder sobre un equipo conocer el valor neto del mismo para de esta manera tener la mayor certeza de la viabilidad de reparar o comprar nuevo, ya esa unos de los componentes o el equipo en general.

El costo neto de los equipos se determinaron de la siguiente manera:

CNE: CHE+ AI- DE

CNE: Costo neto equipo.

CHE: Costo historico equipo.

AI: Ajuste por inflación.

DE: Depreciación anual del equipo.

EQUIPO	%	COSTO NETO DEL EQUIPO
1.HORNO CUBILOTE	0,15	29433720,3
2, HORNO BASCULANTE	0,05373	2797177,487
3. HORNO DE CRISOL	0,0154	441861,9508
4. TORNO SOMUA	0,12	7546976,24
5. TORNO ORN	0,1	4622480,2
6. TORNO SOUTH BEND	0,046	1326340,892
7. CEPILLO	0,0526	1501424,585
8. TALADRO INDUSTRIAL (BUFFALO)	0,024	709395,248
9. TALADRO INDUSTRIAL	0,024	89395,248
10. TALADRO SEMI-INDUSTRIAL	0,0155	441484,431
11. TALADRO BLACK&DECKER	0,00185	53015,8837
12. TALADRO ROCKWEL	0,00185	53015,8837
13. TALADRO ISKRA	0,00185	311015,8837
14. MAQ. DE SOLDAR (LINCON#1)	0,0148	424127,0696
15. MAQ. DE SOLDAR (LINCON #2)	0,0148	424127,0696
16. MAQ. DE SOLDAR (HELVI)	0,024	709395,248
17. MOTO STUL#1	0,0062	176593,7724
18. MOTO STUL#2	0,0062	176593,7724
19. MOTOR PARA PULIR	0,00464	132483,0813
20.PULIDORA BLACK & DECKER#1	0,02022	576513,4964
21. PULIDORA BLACK & DECKER#2	0,02022	576513,4964
22. PULIDORA DEWALT (8000 RPM)	0,0383	1093825,917
23. PULIDORA MAKITA	0,0383	1093825,917
24. PULIDORA DEWALT (1000 RPM)	0,00558	197543,2712
25. ESMERIL#1	0,00371	105994,0154

26. ESMERIL BLACK & DECKER	0,00371	105994,0154
27. ESMERIL BG-6	0,00371	105994,0154
28. COMPRESOR 100PSI		0
29. SEGUETA INDUSTRIAL	0,0269	768447,1738
30. SIERRA ELECTRICA	0,0216	618455,7232
31 SOLDADURA OXIACETILENICA#1	0,0495	1413127,699
32. SOLDADURA OXIACETILENICA#2	0,0495	1413127,699
33. BOQUILLAS DE CORTE EN OXI	0,0278	795049,4956
34. JUEGO DE MANGUERAS#1	0,00278	79504,94956
35. JUEGO DE MANGUERAS#2	0,00278	79504,94956
36. MOTOGENERADOR 220V	0,0052	150368,9704
		60544415,05

*Tabla 16 Costo neto de los equipos*

Con estos valores de costos neto del equipo y costo de mantenimiento se calcula una razón en donde se determina la relación de costo (RC) la que nos determina unos parámetros adecuados para una buena gestión de los activos del negocio en donde son analizados, evaluados por la gerencia y el equipo de producción (ver numeral 4.3.6).

Ligado a este costo es valido analizar:

- Aumento de la vida útil debido al mantenimiento que se realizo al equipo.
- La disponibilidad operacional del equipo siendo este una fuente de ingreso para la compañía.

Es decir el costo de mantenimiento tiene que estar ligado con el costo de hacer y no hacer cuanto pierdo si hago mantenimiento y cuanto pierdo si no lo hago.

Respondiendo a este cuestionamiento se realizo un análisis de producción (ver numeral 4.3.1.1.1) en donde se incluye un costo de operaciones que involucra de manera directa a los costos de operaciones + costo de mantenimiento, incurriendo en la obtención de la utilidad única por cada equipo (UUE) la cual sirvió de base para determinar la columna de consecuencias económicas de la matriz de riesgo hasta que punto puedo llegar en hacer o no hacer.

## CONCLUSION

Como conclusión de la implementación del plan de mantenimiento para FUMECO Ltda. Se pueden destacar muchos ítems en donde se establecieron y justificaron la importancia de cada una de los capítulos, en donde la implementación de una buena gestión del mantenimiento para cualquier industria es indispensable para el conocimiento de muchos factores los cuales nos indican de una manera u otra el estado de nuestro equipo y cuando tomar las decisiones acertadas en el momento oportuno al momento de intervenir cualquiera de mis equipos, es importante destacar para toda empresa el impacto de un buen plan de mantenimiento en donde este sea un mantenimiento de autocontrol es decir que el mismo sistema de mantenimiento da al equipo mantenedor resultados tangibles en los cuales se puede en tomar las respectivas decisiones en base a los datos que arroja el mismo sistema de mantenimiento.

El sistema de mantenimiento de FUMECO limitada se convierte en un sistema de autocontrol en donde en por medio de los indicadores con sus respectivos parámetros muestran la selección del mantenimiento mas adecuado, por ende la alteración de cualquiera de estos indicadores nos altera iría de manera directa el gestionamiento de mi equipo ya sea para bien o para mal.

Para todo este análisis se hace indispensable el conocimiento de información sobre los equipos, en el caso de una empresa con falta de documentación la tarea de recopilación de información se hace mas difícil por ende la participación del personal directamente relacionado con la maquina es de suma importancia en el proceso siendo estos el mejor historial de cada equipo, de igual manera para la realización de un plan de esta magnitud se necesita la colaboración y compromiso de la gerencia de la empresa y cada uno de los entes encargados debido a que con este esquema de mantenimiento presentado en el documento anterior todos los departamentos de la empresa se encuentran relacionados implizadamente con los equipos es decir que ya mantenimiento no pasa hacer un departamento independiente si no que se convierte en responsabilidad de toda la compañía en donde se involucra la responsabilidad tanto como de la gerencia, producción y operaciones en la gestión de los equipos.

Durante la implementación de un plan de mantenimiento se hace importante el conocimiento de los costos de cada proceso el cual se debe analizar muy detalladamente con el fin de encontrar los limites y en base ha este dato es que uno se basa para el buen gestionamiento de mi equipo, de igual manera para implementación del plan de mantenimiento se debe conocer los limites desde cualquier punto de vista.

La implementación de un plan de mantenimiento en empresas de esta índole son bastante escasos , esto se convierte en una gran fortaleza para FUMECO Ltda. ante las demás empresas de la misma índole sirviendo esta como un manual para la implementación del plan de mantenimiento de empresas parecidas, de esta misma manera documentándose para la obtención de información de los equipos bajo factores de medición puntuales es decir (TPPF y TPR).

Para que nuestra gestión tienda siempre hacia unas optimizaciones es necesario medir y comparar los resultados obtenidos con los previstos.

Cualquier variación observada nos obligará a actuar sobre los recursos y el proceso para evitar desviaciones.

Dado que entre las acciones y los resultados suele existir un intervalo de tiempo considerable, es necesario establecer los mecanismos de información y control adaptados a cada industria que permitan identificar problemas antes de su aparición.

## RESUMEN

La implementación del plan de mantenimiento en cualquier empresa es de suma importancia debido a que mantenimiento es sinónimo de gastos por ende de la manera en la que se administre el mantenimiento depende el ingreso de las utilidades de la empresa, sin olvidar que los equipos son los directo productores de los ingresos de cualquier empresa.

Para las empresas clasificadas dentro del PYME la implementación de un plan de mantenimiento es un tema el cual en estos momentos no se le ha dado la importancia que esta se merece debido al poco conocimiento de la criticidad y del papel fundamental del cual hacen parte los equipos.

Por medio del trabajo anterior se pudo demostrar la importancia de un plan de mantenimiento en una empresa de esta índole en donde se justifica y analiza cada uno de los procedimientos a seguir para la implementación del plan.

Sirviendo la misma como base para el análisis de la implementación de un plan de mantenimiento para cualquier empresa en donde se tiene en cuenta todos los aspectos directamente relacionados con los equipos.

En la implementación del plan de mantenimiento para FUMECO Ltda. se realizaron unos pasos los cuales son indispensable para la selección del mantenimiento tales como inventario de equipos lo cual no es mas que el conocimiento de saber que es lo que hay y sobre que toca trabajar en donde se realiza de manera casi inmediata la codificación de los equipos e identificación o caracterización de los mismos, luego la realización de indicadores donde estos se convierten en el pilar de la buena selección del mantenimiento siendo estos los que permiten el control de los equipos mostrando de manera tangible el porque, del mantenimiento de cualquier equipo por medio de resultados, después del análisis de cada indicador y la selección de mantenimiento para cada equipo se convierte en instructivos en donde se define los procedimientos y frecuencia del mantenimiento de cada uno de los equipos a los cuales se le hace necesaria la intervención, definiendo de igual forma instructivos a seguir para equipos los cuales no se hace necesaria la intervención inmediata, dando de esta manera datos puntuales para la creación del cronograma de mantenimiento en donde se definen fechas recomendadas para la intervención de los equipos, el análisis de costos se convierte para la gerencia en la justificación para la selección del mantenimiento en donde se interpreta la viabilidad del plan de mantenimiento

## BIBLIOGRAFIA

[http:// www.mantenimientomundial.com](http://www.mantenimientomundial.com)

[http:// www.ceroaverias.com](http://www.ceroaverias.com)

AGUIRRE, Lens Víctor. Diseño y Construcción de un Horno Basculante. Universidad Tecnológica de Bolívar. Facultad de Ingeniería Mecánica. 1995

CAMPBELL, John D. Sistemas de Mantenimiento Planeacion y Control. Ed Limusa Willey. México DF. 2002

DE LA POZA, Lleida José Maria. Hornos para Fundir Metales y sus Aleaciones. Ed Oikos – Tau s.l. Barcelona 1999.

KIBBE, Richard. Manual de Maquinas y Herramientas Vol 2. Ed Limusa. 1985

MENDOZA, Cervantes Emerson. Optimización del Horno de Cubilote a Escala de Laboratorio Mediante su Rediseño y Reconstrucción. Universidad Tecnológica de Bolívar. Facultad de Ingeniería Mecánica. 1989

NAVARRO, Elola Luís. Gestión Integral del Mantenimiento. Ed Marcombo Boixareu. Barcelona España. 1997

RUEDA, Gustavo. Principios de Mantenimiento. Postgrado en Gerencia del Mantenimiento. Universidad Tecnológica de Bolívar. 1999

