

**DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA LÍNEA DE
PRODUCCIÓN DE MAQUINARIA AGROINDUSTRIAL DE FAMAG LTDA.**

EDWIN LEONARDO CRUZ ESPITIA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECAÑICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2014

**DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA LÍNEA DE
PRODUCCIÓN DE MAQUINARIA AGROINDUSTRIAL DE FAMAG LTDA.**

EDWIN LEONARDO CRUZ ESPITIA

**Trabajo de Grado para optar al título de
Ingeniero Mecánico.**

Director

CARLOS BORRAS PINILLA

Ingeniero Mecánico PhD., MSc

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2014

AGRADECIMIENTOS

A los profesores de la escuela de ingeniería mecánica, por su dedicación a formarnos como profesionales y por su apoyo durante el transcurso de la carrera.

A Famag Ltda. A todos y cada uno de sus trabajadores, especialmente Ana Lorena García por su apoyo durante todas las etapas del proyecto.

A todos mis amigos que me apoyaron incondicionalmente durante mi etapa en la universidad.

A mi director de proyecto, Ing. Carlos Borrás Bonilla, por su confianza, asesoría y colaboración brindada.

DEDICATORIA

A Dios por permitirme cumplir esta etapa de mi vida, por las experiencias vividas y por las personas que conocí.

A mis padres Armando y Flor, por su sacrificio comprensión y apoyo durante toda la instancia en la universidad, lo cual me permitió culminar mi carrera.

A mis hermanos Carolina, Edisson, Fabian y Claudia, por siempre estar cuando los necesitaba y por los buenos consejos que me dieron para mejorar.

A mi novia Tatiana por su amor apoyo y comprensión en la etapas buenas y malas de la carrera y por llenar mi vida de felicidad.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	15
1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	17
1.1 OBJETIVOS.....	17
1.1.1 Objetivo General.....	17
1.1.2 Objetivos Específicos.....	17
1.2 JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA.....	18
2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	19
2.1 HISTORIA.....	19
2.2 MISIÓN.....	20
2.3 VISIÓN.....	20
2.4 POLÍTICAS GENERALES.....	20
2.5 OBJETIVOS INTEGRALES.....	21
2.6 PORTAFOLIO DE PRODUCTOS.....	21
2.6.1 Diseño Y Fabricación De Equipos.....	22
2.6.2 Proyectos Y Montajes.....	24
2.6.3 Mantenimiento Y Reparación De Equipos.....	24
2.6.4 Fabricación De Repuestos.....	24
2.7 ORGANIGRAMA.....	24
3. MARCO TEÓRICO.....	26
3.1 DEFINICIONES DEL MANTENIMIENTO.....	26
3.2 CLASIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO.....	27
3.3 MANTENIMIENTO CORRECTIVO.....	28
3.4 MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	30
3.5 INDICADORES DE MANTENIMIENTO.....	34
3.5.1 Disponibilidad.....	35
3.5.2 Mantenibilidad.....	37
3.5.3 Confiabilidad.....	38
3.6 SISTEMAS DE INFORMACIÓN CMMS.....	38

4. DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS EQUIPOS CRÍTICOS DE FAMAG LTDA.	41
5. DIAGNOSTICO DE LA FUNCIÓN DE MANTENIMIENTO EN FAMAG LTDA.....	43
6. INVENTARIO Y CODIFICACIÓN DE EQUIPOS.....	50
6.1 INVENTARIO.....	50
6.2 CODIFICACIÓN.....	50
7. ANÁLISIS DE CRITICIDAD.....	55
7.1 RECOLECCIÓN DE DATOS.....	55
7.2 MATRIZ DE CRITICIDAD.....	57
7.3 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD	58
8. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	60
8.1 FICHA TÉCNICA.....	60
8.2 ORDEN DE TRABAJO.....	62
8.3 HOJA DE VIDA.....	62
8.4 TAREAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	64
8.4.1 Mantenimiento autónomo.....	64
8.4.2 Mantenimiento programado.....	66
9. SISTEMA DE INFORMACIÓN.....	69
9.1 SISTEMA DE INFORMACIÓN RENOVEGEM.....	69
9.2 EDICIONES.....	70
9.2.1 Edición estándar.....	70
9.2.2 Edición Profesional.....	70
9.2.3 Edición Premium.....	71
9.3 MÓDULOS RENOVEGEM.....	72
9.3.1 Módulo usuarios.....	72
9.3.2 Módulo empleados.....	73
9.3.3 Módulo configuración.....	74
9.3.4 Modulo planta.....	76
9.3.5 Modulo equipos.....	77
9.3.6 Módulo de gamas de mantenimiento.....	77
9.3.7 Módulo OT.....	78

9.3.8 Módulo repuestos.....	79
9.3.9 Modulo indicadores	79
9.3.10 Módulo compras	80
10. INDICADORES DE MANTENIMIENTO.....	82
10.1 INDICADORES DE GESTIÓN DE EQUIPOS	82
10.1.1 Tiempo Medio Entre Fallas..	82
10.1.2 Disponibilidad de los equipos	83
10.2 INDICADORES DE GESTIÓN DE COSTOS.....	83
10.2.1 Costo de mantenimiento por facturación.....	83
10.2.2 Costo de la eficiencia del mantenimiento (CEFM).....	83
10.3 INDICADORES DE GESTIÓN DE MANO DE OBRA.....	84
10.3.1 Costo de la eficiencia del mantenimiento (CEFM).....	84
10.4 INDICADORES DE GESTIÓN DE MANO DE OBRA.....	84
10.4.1 Atención a las solicitudes de mantenimiento (ATSM):	84
10.4.2 Número de trabajos de mantenimiento preventivo (NTMP)	84
11. CONCLUSIONES	85
12. RECOMENDACIONES	87
BIBLIOGRAFÍA.....	88
ANEXOS.....	90

LISTA DE FIGURAS

Figura. 1 Organigrama Famag Ltda	25
Figura. 2 Distribución del mantenimiento preventivo.....	30
Figura. 3 Clasificación Mantenimiento	31
Figura. 4 Reparación general basada en el tiempo.....	33
Figura. 5 Mantenimiento basado en las condiciones.....	34
Figura. 6 Diseño del plan de mantenimiento preventivo Famag Ltda	41
Figura. 7 Grafica radial del resultado del test.....	46
Figura. 8 Sistema de Codificación	52
Figura. 9 Matriz de Criticidad	58
Figura. 10 Ficha técnica Taladro Radial.....	61
Figura. 11 Calendario Anual de Mantenimiento: Taladro Radial	68
Figura. 12 Ventana de entrada RENOVEGEM	71
Figura. 13 Ventana módulo usuarios	72
Figura. 14 Ventana Modulo Empleados	73
Figura. 15 Calendario Laboral.....	74
Figura. 16 Introducción de Equipos	75
Figura. 17 Introducción de Protocolos.....	75
Figura. 18 Modulo Planta.....	76
Figura. 19 Registro Subsistemas	76
Figura. 20. Módulo Equipos	77
Figura. 21 Módulo Gamas de Mantenimiento	78
Figura. 22 Días programados del calendario de mantenimiento	78
Figura. 23 Módulo Ordenes de Trabajo	79
Figura. 24. Módulo Repuestos	79
Figura. 25. Módulo Indicadores.....	80
Figura. 26. Módulo Compras	81

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ítems del diagnóstico de mantenimiento	43
Tabla 2. Resultados Test para el diagnóstico del área de mantenimiento.....	45
Tabla 3. Inventario de equipos Famag Ltda.	51
Tabla 4 Código para el área de trabajo.....	52
Tabla 5. Código para cada tipo de equipo	53
Tabla 6. Codificación de Equipos.....	53
Tabla 7: Factores ponderados	56
Tabla 8: Resultados análisis de criticidad	59
Tabla 9. Formato Orden de Trabajo.....	63
Tabla 10. Formato Hoja de Vida	64
Tabla 11. Ficha de Mantenimiento Autonomo.....	65
Tabla 12. Formato de Inspección Diaria	66

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. TEST PARA EL DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DE MANTENIMIENTO EN FAMAG LTDA.....	90
ANEXO B. CODIFICACIÓN DE EQUIPOS.....	99
ANEXO C. ANÁLISIS DE CRITICIDAD POR ÁREAS DE TRABAJO.....	100
ANEXO D. FICHAS TÉCNICAS.....	102
ANEXO E. PROGRAMA ANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EQUIPOS FAMAG LTDA	113

RESUMEN

TITULO: DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE MAQUINARIA AGROINDUSTRIAL DE FAMAG LTDA.*

AUTOR: CRUZ ESPITIA Edwin Leonardo**

PALABRAS CLAVE: Mantenimiento preventivo, Sistema de Información, Gestión, Equipo

DESCRIPCIÓN:

El presente trabajo propone un programa de mantenimiento preventivo para los equipos y máquinas de la empresa de fabricación de maquinaria agroindustrial en Famag Ltda., que cuenta con un inventario de equipos de varios proveedores y de diferentes antigüedades. Entre ellos están: Tornos, Fresadoras, Cizallas, Plegadoras, Equipos de soldadura, Punzonadora, CNC entre otros.

La implementación del programa de mantenimiento preventivo en Famag Ltda., tiene como objetivo garantizar la disponibilidad y confiabilidad operacional de los equipos de la planta de producción, de una manera eficiente y segura, con el fin de contribuir en el cumplimiento de la política de calidad establecida por la empresa.

Para el desarrollo del diseño del plan se realizó un diagnóstico de la gestión del mantenimiento en Famag Ltda., para identificar las debilidades y fortalezas al respecto. Posteriormente se realizó el inventario y codificación de equipos y se determinó el nivel de criticidad de cada uno de ellos. Con base en los equipos críticos se crearon los formatos de inspección, hojas de rutina, actividades de mantenimiento autónomo y mantenimiento programado basados en los manuales del fabricante y experiencia de los operarios, para la gestión del área de mantenimiento se implementó el sistema de información RENOVEGEM con el fin de gestionar la información y optimizar las actividades de mantenimiento. Además se implementan indicadores para la gestión de mantenimiento con el fin de evaluar el desempeño del plan de mantenimiento, para luego realizar los ajustes y cambios necesarios.

* Proyecto de grado. Modalidad práctica empresarial.

** Universidad Industrial de Santander; Facultad de ingeniería Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Director: Ingeniero Carlos Borrás Pinilla PhD., MSc.

ABSTRACT

TITLE: DESIGN OF A PREVENTIVE MAINTENANCE PLAN FOR THE LINE OF PRODUCTION OF AGRO-INDUSTRIAL MACHINERY FAMAG LTDA.*

AUTHOR: CRUZ ESPITIA, Edwin Leonardo**

KEY WORDS: preventive maintenance, information systems, management, Equipment

DESCRIPTION:

This work proposes a program of preventive maintenance for the equipment and machines of the manufacturing company of agro-industrial machinery in Famag Ltda., which has an inventory of equipment from multiple vendors and various antiques. Among them are: lathes, milling machines, shears, Folding Machines, welding equipment, punching CNC, among others.

The implementation of the preventive maintenance program in Famag Ltda., has as its objective to ensure the availability and operational reliability of the equipment in the plant of production, of an efficient and safe way, in order to contribute to the fulfilment of the quality policy established by the company.

For the development of the design of the plan was carried out a diagnosis of the management and maintenance in Famag Ltda., to identify the strengths and weaknesses in this regard. Subsequently conducted an inventory of equipment and coding and determined the level of criticality of each one of them. Based on the critical equipment inspection forms, worksheets routine, autonomous maintenance activities and scheduled maintenance based on manufacturer's manuals and experience of the operators, to manage the maintenance area information system was implemented were created RENOVEGEM in order to manage information and optimize maintenance activities. Besides indicators for maintenance management are implemented in order to evaluate the performance of the maintenance plan, and then make the necessary adjustments and changes.

* Degree Project: Modality business practice.

** Universidad Industrial de Santander; Faculty of Physical-Mechanical engineering, Mechanical engineering School, Engineer Carlos Borrás Pinilla PhD. MSc., Project Manager.

INTRODUCCIÓN.

Famag Ltda., es una empresa de carácter privado que pertenece al sector metalmeccánico y que a lo largo de su vida, se ha dedicado a la producción y comercialización de maquinaria agroindustrial. Durante este tiempo Famag solo ha reaccionado de forma cortoplacista e inmedatista ante los cambios. Debido a esto el área de mantenimiento de la empresa desarrolla tareas de mantenimiento de forma correctiva, no se tiene ninguna planificación que garantice la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de los equipos, los cuales van perdiendo aceleradamente su vida útil en la planta de producción, además no se cuenta con un sistema de información que permita gestionar de forma rápida y óptima el área de mantenimiento.

Con motivo de lo expuesto anteriormente, se propone desarrollar este proyecto de grado cuyo objetivo principal es el diseño del plan de mantenimiento preventivo para los equipos de la planta de producción de Famag Ltda., realizando tareas de mantenimiento planeadas y programadas a los equipos, implementando un sistema de información que permita gestionar el área de mantenimiento y así lograr mayor eficiencia en las tareas de mantenimiento.

Esta práctica empresarial inició con un diagnóstico general del área de mantenimiento para saber en qué estado se encontraba ésta, se realizó una auditoria para identificar los aspectos más críticos y así enfocar el plan de mantenimiento hacia lo que necesitaba la empresa. Concluida esta etapa se realizó el inventario y codificación de los equipos existentes en la planta de producción para luego realizar una análisis de criticidad con el fin de jerarquizar

los equipos y así aprovechar el tiempo y los recursos en los equipos críticos de la planta.

Uno de los puntos con más falencias en el área de mantenimiento era la falta de documentación técnica de los equipos por esto se realizan las fichas técnicas de los equipos de la planta. En la siguiente etapa se realizan los formatos para la realización del mantenimiento autónomo de los equipos, incluyendo los formatos de inspección adecuados para la rutina diaria, siguiente a esta etapa se realiza la programación de las tareas de mantenimiento preventivo para un año, incluyendo actividades de lubricación, inspección ajuste y cambio de elementos tanto mecánicos como eléctricos generando el calendario anual de mantenimiento. Para la realización de estas actividades se genera un formato para las órdenes de trabajo con el fin de registrar la suficiente información que nos permita generar indicadores y con estos medir los resultados del plan de mantenimiento preventivo.

En la etapa final se implementa el sistema de información RENOVEGEM con el fin de optimizar la gestión de mantenimiento, además se realizaron las jornadas de capacitación respectivas para la ejecución inicial del plan de mantenimiento y las capacitaciones los usuarios del sistema de información.

1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

1.1 OBJETIVOS.

1.1.1 Objetivo General.

Fortalecer la relación entre la universidad, el sector empresarial y el estudiante contemplado en la misión de la Universidad Industrial de Santander, contribuyendo así a la aplicación y divulgación del conocimiento y al aporte útil de soluciones a las necesidades de la empresa Famag Ltda., en el área de la ingeniería de mantenimiento, que el grupo DICIBOT impulsa.

1.1.2 Objetivos Específicos.

- Diagnosticar el estado actual de la gestión del área de mantenimiento de la empresa Famag Ltda., identificando las principales debilidades de esta área.
- Realizar el inventario, la codificación, las fichas técnicas y hojas de vida de las máquinas y equipos que dispone la fábrica.
- Identificar los equipos más críticos de la línea de producción con base en el análisis de criticidad, usando la metodología de factores ponderados.
- Diseñar el plan de mantenimiento preventivo, teniendo en cuenta la confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad de los equipos de alta y mediana criticidad, identificando los recursos necesarios para desarrollar las actividades programadas en el plan.
- Implementar indicadores que permitan evaluar la eficacia de la implementación del plan de mantenimiento preventivo.
- Recopilar y organizar la información generada del plan de mantenimiento preventivo, en el sistema de información RENOVEGEM adoptado por la empresa en periodo de prueba.

1.2 JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA.

Con la realización de este trabajo de grado se desea suministrar a la empresa Famag Ltda., un instrumento que facilite planear, desarrollar y controlar las actividades de mantenimiento, con lo cual se busca incrementar el desempeño de los equipos y con esto darle confiabilidad y disponibilidad a los activos de la empresa para enfrentar todos los proyectos que tenga que realizar. Además de tener una metodología para el análisis de criticidad en los equipos con el fin de enfatizar esfuerzos, costos y tiempo en los equipos críticos y medianamente críticos de la planta.

También se podrá contar con una disponibilidad de la información actualizada de los equipos y sistemas de la planta, del mismo modo los requerimientos y procedimientos que debe tener en cuenta para las tareas de mantenimiento de la empresa, facilitando la elaboración de reportes y tomas de decisiones por parte de los directivos de la organización.

2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.

FAMAG LTDA., es una empresa metalmecánica de carácter privado, fundada en el año de 1982, dedicada al diseño, desarrollo, fabricación y montaje, en los sectores industrial, agroindustrial, energético, automatización y de la construcción. Sus instalaciones se encuentran ubicadas el Parque Industrial de Bucaramanga manzana F Km 4 Vía Palenque - Café Madrid, allí funciona la planta de producción y oficinas administrativas.

La planta de producción cuenta con las siguientes secciones: Mecanizado, Corte y Doblez, Ensamble, Pintura y Área común, aquí se encuentran las máquinas y equipos necesarios para el proceso productivo

2.1 HISTORIA

La fábrica de maquinaria agroindustrial FAMAG LTDA, fue fundada en el año de 1982, por los señores Eduardo Hasbón y Hernando Sandoval; quienes dejaron el trabajo que estaban desempeñando en la Empresa Metalúrgica de Colombia (EMC), para impulsar su proyecto y crear empresa, inicialmente se ubicaron dentro del local donde se encontraba Laminas y Cortes en la cra 12 entre las calle 24 y 25 donde comenzó la producción de los primeros equipos para el sector agroindustrial. El segundo lugar donde se estableció la empresa fue en la Calle 24 donde se adquirieron nuevos equipos, gracias al creciente desarrollo que se presentaba en la empresa, deciden adquirir una bodega en la zona industrial de Chimitá, sitio donde se encuentra localizada desde 1990 en la ciudad de Bucaramanga, Departamento de Santander¹.

¹ Famag Ltda. Documentos del departamento SIG.

2.2 MISIÓN.

Famag Ltda., busca satisfacer necesidades de Diseño, Desarrollo, Fabricación, Montaje y Mantenimiento de maquinaria para los sectores Industrial, Agroindustrial, Construcción, Energético, Minero, Telecomunicaciones, y Automatizaciones ofreciendo a nivel nacional respaldo en innovación, tecnología y asistencia técnica sobre sus productos. Orientan su misión los principios democráticos, la reflexión crítica, el ejercicio libre de la cátedra, el trabajo interdisciplinario y la relación con el mundo externo.

2.3 VISIÓN.

En el año 2017, Famag Ltda., será reconocida como empresa líder en el sector Industrial por la calidad, innovación y cumplimiento en sus productos; con equipos de alta tecnología, optimizando procesos y generando una empresa competitiva, rentable y eficiente.

2.4 POLÍTICAS GENERALES.

En Famag Ltda., ofrecemos soluciones integrales en Diseño, Desarrollo, Fabricación, Montaje y Mantenimiento de maquinaria para los sectores Industrial, Agroindustrial, Construcción, Energético, Minero, Telecomunicaciones, y Automatizaciones; basados en nuestro Sistema Integrado de Gestión estamos comprometidos con la mejora continua de nuestros procesos y el bienestar de nuestros trabajadores garantizando la mitigación de factores de riesgo y la prevención de lesiones y accidentes cumpliendo con los requisitos legales en beneficio de los clientes, contratistas, visitantes y demás partes interesadas

2.5 OBJETIVOS INTEGRALES.

- Mantener permanente comunicación con el cliente para evaluar nuestro desempeño relacionado con el cumplimiento de sus requisitos y expectativas, y así tomar acciones que lleven a la organización al mejoramiento continuo.
- Buscar la eficiencia de los procesos por medio de la optimización de recursos y el esmerado cumplimiento al cliente.
- Crear compromiso en todos los empleados, a través de un mejor ambiente laboral, fomentando la formación y el entrenamiento para su desarrollo técnico y profesional y así lograr la eficacia y eficiencia de los procesos de la organización.
- Preservar, mantener y mejorar la salud individual y colectiva de los trabajadores, contratistas, subcontratistas y demás partes involucradas directa o indirectamente en las operaciones de la organización.
- Dar cumplimiento a las obligaciones legales, reglamentarias, los requisitos del cliente, y los que la organización establezca con otras partes interesadas.
- Cumplir con las disposiciones establecidas para la promoción, prevención y control de la salud del trabajador, protegiéndolo de los factores de riesgos ocupacionales.

2.6 PORTAFOLIO DE PRODUCTOS.

La Empresa FAMAG LTDA, cuenta dentro de su portafolio de servicios con los servicios de diseño y fabricación de equipos, realización de proyectos y montajes, así como el de postventa para los equipos.

Ofrece soluciones completas para la agroindustria como estudios de factibilidad de plantas de cereales, diseño, fabricación y montaje de equipos para

el manejo de granos como: arroz, trigo, maíz, soya, café. A continuación, se muestra el listado de productos:

2.6.1 Diseño Y Fabricación De Equipos.

MAQUINAS PARA PRELIMPIEZA Y LIMPIEZA DE CEREALES

- Prelimpiadoras Scalpert
- Prelimpiadoras Combinadas Scalpert –Zarandas
- Limpiadoras De Zaranda
- Limpiadora Aspiradora
- Limpiadora CilíndricO

SISTEMAS Y EQUIPOS PARA SECAMIENTO DE CEREALES

- Secamiento Estacionario Por Albercas
- Secadoras De Torre Ecológicas
- Ventiladores Para Secamiento En Albercas
- Quemadores Para Cascarilla De Arroz

EQUIPOS PARA DESCASCARADO Y SEPARACIÓN DE ARROZ

- Descascarador De Arroz
- Cicloaventadoras
- Mesa Separadora De Paddy De 120 Celdas

EQUIPO PARA PULIMENTO

- Polichadores De Arroz
- Zaranda Para Remoción De Impurezas Metálicas

SISTEMAS DE CLASIFICACIÓN DE GRANOS

- Clasificador Vertical Plansifter
- Clasificador Horizontal “Trieur”

- Clasificador Cilíndrico Horizontal Por Tamaño

EQUIPOS PARA ALIMENTOS BALANCEADOS

- Molinos De Martillo Para Cereales
- Mezcladora Horizontal
- Plantas De Concentrados
- Empacadoras De Harinas
- Ventiladores Industriales
- Empacadoras De Grano

EQUIPOS DE RECEPCIÓN Y ESTERILIZACIÓN

- Tolva De Recibo De Frutos
- Vagonetas De Esterilización
- Autoclaves De Esterilización
- Tren Rodante De Vagonetas

EQUIPOS DE TRANSPORTE

- Sinfín Transportador De Hélice
- Sinfín Transportador De Torta
- Sinfín Transportador De Banda
- Elevadores De Almendras Secas Y/O Húmedas

EQUIPOS DE DIGESTIÓN Y PRENSADOS

- Digestor
- Prensas P-9

EQUIPOS DE CLARIFICACIÓN

- Centrifugas Desladoras
- Tanques De Clarificación

EQUIPOS DE PALMISTERA

- Rompedores De Nueces (Ripple Mill)
- Transporte Neumático (Ductos, Ciclones)

2.6.2 Proyectos Y Montajes. Entre los que se destacan:

- Silos Para Almacenamiento De Granos
- Transportadores de Cadena Elevadoras de Cubetas
- Sistemas para Decantación
- Sistemas de Carga a Granel Ciclofan

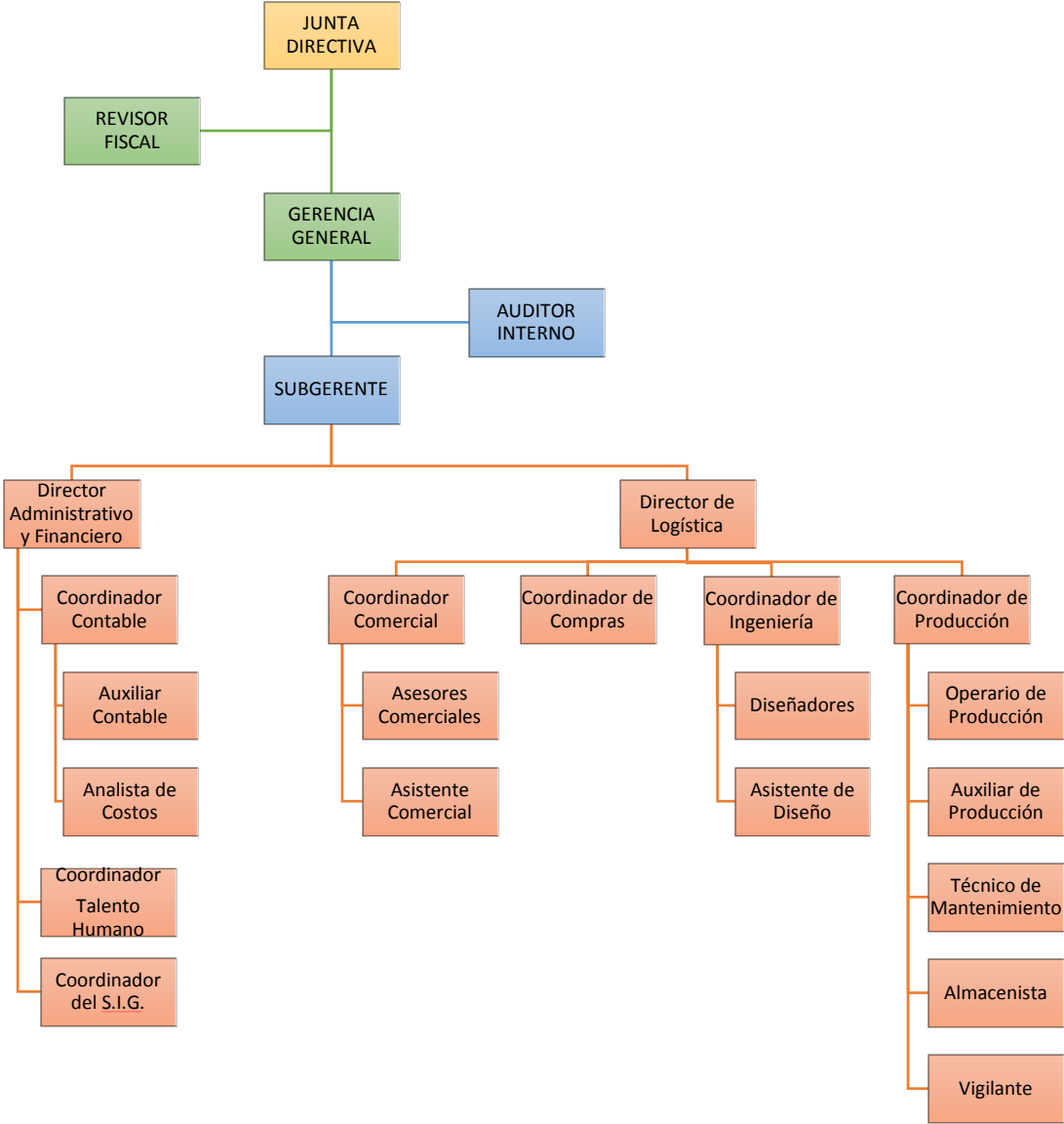
2.6.3 Mantenimiento Y Reparación De Equipos. La Empresa FAMAG LTDA, presta el servicio de mantenimiento y reparación de las máquinas que ellos fabrican, así como de equipos producidos por otras empresas; la realización de este servicio puede ser dentro de la planta de la Empresa o en el sitio donde se encuentre el equipo.

2.6.4 Fabricación De Repuestos. La fabricación de los repuestos, es dependiendo de los requerimientos durante el proceso de mantenimiento y reparación de la maquinaria de la Empresa o de las empresas que requieran este servicio. La Fábrica de Maquinaria Agroindustrial FAMAG LTDA, posee la experiencia y la tecnología que permiten ofrecer productos innovadores y servicios de alta calidad, los cuales hacen ser competitivos en los mercados nacionales e internacionales con un servicio de postventa directo y rápido.

2.7 ORGANIGRAMA.

Se presenta en la Figura. 1, el organigrama de Famag Ltda.

Figura. 1 Organigrama Famag Ltda



Fuente: Documentos SIG Famag Ltda.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 DEFINICIONES DEL MANTENIMIENTO

De acuerdo con Borrás², a continuación se presentan algunas definiciones de mantenimiento.

Mantenimiento: Actividad científica cuyo desarrollo permite la más alta disponibilidad con calidad y mantenibilidad de todos los activos.

Mantener es obtener utilidades, porque es la única forma de conservar los equipos y las plantas en el más alto grado de productividad y competencia.

Retarda la compra de bienes nuevos, prolongando la vida útil de los actuales, sin descartar la utilización de tecnologías más eficaces y rentables.

Conjunto de acciones, operaciones y actitudes encaminadas a mantener o reestablecer un activo a un estado específico de desempeño productivo, que le permitan asegurar un servicio con calidad.

Mantener con calidad es: utilizar inteligentemente la planeación, la programación y el control, de manera que mejoren la efectividad y la productividad, disminuyan las paradas y lograr que los costos de mantenimiento sean mínimos logrando una rentabilidad _óptima de la función del mantenimiento.

Mantener bien es: ejercer un estricto control sobre los siguientes factores:

- Las Reparaciones de emergencia se deben minimizarlas.

² BORRAS, Carlos P. Ingeniería de mantenimiento. Material docente. Bucaramanga, 2013. p 23-24.

- Los Tiempo muerto en producción imputable a mantenimiento: se deben minimizar.
- Las Reparaciones y modificaciones de equipo: se deben optimizar.
- Los Desperdicio de materiales de producción imputable a mantenimiento: se deben minimizar.
- Los Materiales empleados en las reparaciones y modificaciones: se deben optimizar.
- La mano de obra de mantenimiento, conforme al volumen de mantenimiento: se deben optimizar.
- La depreciación del equipo y edificios: se deben retardar, incrementando su vida.

Mantener es obtener utilidades, porque es la única forma de conservar los equipos y las plantas en el más alto grado de productividad y competencia. Retarda la compra de bienes nuevos, prolongando la vida útil de los actuales, sin descartar la utilización de tecnologías más eficaces y rentables.

3.2 CLASIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO

En la práctica real del mantenimiento industrial solo existen dos tipos o formas fundamentales de hacer mantenimiento³:

- Mantenimiento Reactivo
- Mantenimiento Proactivo.

El Mantenimiento Reactivo es el conjunto de actividades desarrolladas en los equipos, maquinas, instalaciones o edificios, cuando se presenta una falla, para

³ Ibid. p

recuperar su función principal. Como su nombre lo indican las acciones de mantenimiento reaccionan a las fallas y se ejecutan para corregirlas.

El Mantenimiento Proactivo es el opuesto del sistema reactivo, en donde las operaciones de mantenimiento reaccionan a las fallas del equipo realizando las reparaciones. En la operación proactiva la prevención de las fallas se realiza a través de inspecciones y de acciones preventivas y predictivas. El objetivo es por tanto anticiparse a la probabilidad de ocurrencia de las fallas.

Existen varias formas comunes de hacer Mantenimiento Reactivo entre ellas:

- Mantenimiento Reparativo.
- Mantenimiento de Emergencia.
- Mantenimiento Correctivo.
- Mantenimiento Reconstructivo.

De igual manera existen varias formas comunes de hacer Mantenimiento Proactivo entre ellas:

- Mantenimiento Preventivo.
- Mantenimiento Predictivo.
- Mantenimiento Detectivo.

3.3 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Con base en Gonzalez⁴ este tipo de mantenimiento consiste en permitir que un equipo funcione hasta el punto en que no puede desempeñar normalmente su

⁴ GONZALEZ, Carlos Ramón. Mantenimiento y Montajes, Bucaramanga: UIS, 2001. p 47

función. Se somete a reparación hasta corregir el defecto y se desatiende hasta que vuelva a tener una falla y así sucesivamente. Este tipo de mantenimiento es el más común y conocido por los encargados, jefes e ingenieros de mantenimiento. Por lo general obliga a un riguroso conocimiento del equipo y las partes susceptibles a falla y a un diagnóstico acertado y rápido de las causas.

El simple mantenimiento correctivo tiene algunas justificaciones, por ejemplo: Si el equipo no se halla en una línea o punto crítico del proceso y no ocasiona serios trastornos a la producción o al mantenimiento.

- El equipo se halla en estado de obsolescencia o desuso.
- Equipo tiene gemelo.
- Es fácilmente costeable un nuevo equipo.

Sin embargo, estas justificaciones deben revisarse periódicamente hasta comprobarse que efectivamente el paro imprevisto de este equipo no ocasiona trastornos graves a la producción.

Sin embargo, el mantenimiento correctivo no es puramente esperar que un equipo tenga una falla para proceder a repararlo, él tiene una connotación mucho más importante en el proceso operativo del sistema de mantenimiento, es más, el mantenimiento, cualquiera sea el tipo de gestión siempre termina en el mantenimiento correctivo. En síntesis puede decirse que el mantenimiento correctivo puede ser:

- Planificado
- No planificado

El mantenimiento correctivo no planificado, es seguramente el tipo de gestión más costoso y que más problemas ocasiona, ya que:

- Requiere más personal para las actividades de mantenimiento.
- Paros continuos y frecuentes amenaza la producción
- Lucro cesante es siempre mayor.
- Ocasiona malestar en el personal y es fuente de conflictos humanos.
- Los equipos pueden sufrir daños irreparables.

Mantenimiento tipo planificado a diferencia con el anterior tipo de mantenimiento, en este caso se planifica de modo que cuando se pare el equipo se tenga disponible personal, repuestos y documentos técnicos necesarios para realizarla correctamente. Básicamente en este caso no existe el grado de apremio del anterior, sino que los trabajos de mantenimiento están programados para realizarse en un tiempo estipulado, sin obstruir las tareas de producción. En este, se puede prever analizar, planificar, controlar un poco más la gestión de mantenimiento.

3.4 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El mantenimiento preventivo es considerado una actividad "planeada", es así que para lograr que una instalación funcione correctamente la distribución de los recursos humanos debería ser de la manera expuesta en la Figura. 2.

Figura. 2 Distribución del mantenimiento preventivo



Fuente. BORRAS, Carlos P. Ingeniería de mantenimiento. Material docente.

Para asegurar la disponibilidad y confiabilidad de un equipo se trabaja sobre el mantenimiento preventivo, donde se define la disponibilidad como la probabilidad de que un equipo sea capaz de funcionar siempre que sea requerido, mientras tanto la confiabilidad está definida por la probabilidad del equipo funcione en el momento t. Si aumentamos al máximo estos dos factores teniendo en cuenta un mantenimiento planeado, estaremos cumpliendo el objetivo del mantenimiento preventivo.⁵

En el mantenimiento preventivo se puede retroalimentar el diseño de los equipos para mejorar la facilidad del mantenimiento, de allí que se conoce como mantenibilidad la probabilidad del equipo en ser reparado/ mantenido durante un tiempo determinado.

El mantenimiento preventivo se puede basar de dos maneras, con base en las condiciones y con base en la estadística y la confiabilidad de cada uno de los equipos como se muestra en la Figura. 3

Figura. 3 Clasificación Mantenimiento

MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
Basados en la condiciones: -Fuera de línea -En línea	Con base en la estadística y la confiabilidad: -Con base en el tiempo -Con base en el uso

Fuente: BORRAS, Carlos P. Ingeniería de mantenimiento. Material docente

Con el fin de evitar las causas conocidas como fallas potenciales en los equipos o instalaciones fue creado el mantenimiento preventivo ejecutando tareas planeadas las cuales pueden ser clasificadas si están relacionadas respecto al tiempo, el uso

⁵ BORRAS, op cit. p 164-168.

o la condición del equipo. Las razones por las que se prefiere el mantenimiento preventivo frente a otros tipos de mantenimiento se describe a continuación.

- Reducción de las fallas prematuras por medio de limpiezas periódicas, ajustes y lubricación adecuada.
- En caso de que la falla no pueda mitigarse, las revisiones periódicas y las mediciones que se realicen pueden ayudar a reducir el impacto de la falla en el equipo o en la instalación en general.
- Se puede controlar la degradación gradual de una función o un parámetro.
- Tal vez el indicador más importante de una organización se ve mejorado cuando se implementa el mantenimiento preventivo, ya que los costos pueden ser no solo controlados si no disminuidos, por ejemplo los costos directos en materiales y repuestos (ya que el mantenimiento de emergencia es más costoso); así como los indirectos en las paradas de producción y lucro cesante, sin dejar de un lado que la calidad de la reparación se ve afectada negativamente en el mantenimiento correctivo.

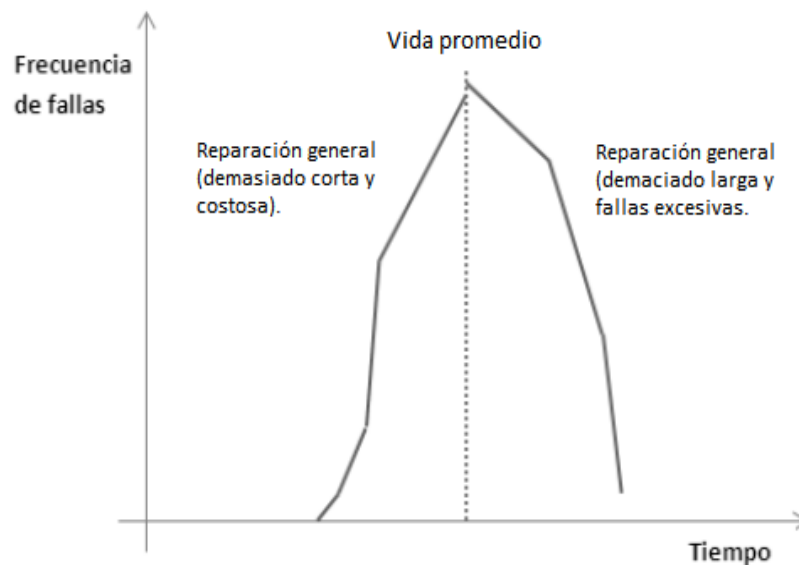
Cuando se quiere determinar el tipo de tareas necesarias para mitigar una falla de un equipo es necesario entender el mecanismo de la falla real, es así que si el mecanismo de falla dominante es basado en el tiempo, la edad o el uso, el mantenimiento preventivo debe basarse en el tiempo, estas tareas son justificables siempre y cuando el remplazo de un componente permita que el equipo pueda realizar las funciones para las que fue creado. Si por otra parte la falla no depende del tiempo, la edad o el uso, las tareas estarán basadas respecto a condiciones, las cuales se centran en la medición de parámetros los cuales nos ayudan a determinar si existe deterioro o bajo rendimiento funcional del equipo, estas mediciones pueden estar relacionadas directamente con la operación, como lo sería la temperatura manejada durante un ciclo o las vibraciones que presente un equipo, existen otros tipos de mediciones que pueden llevar a determinar la condición de un equipo como lo son: corriente requerida, contaminantes en el

aceite de lubricación, nivel de ruido, incluso puede determinado por agentes externos como la calidad de la producción, tolerancias admitidas o patrones de desgaste.

La probabilidad de falla en equipos mecánicos aumenta considerablemente cuando se habla de la falla que ocurre al inicio de la puesta en marcha del equipo o también llamada "mortandad infantil" se refiere a la falla ocurrida en el primer periodo de funcionamiento o la que sucede luego de una reparación; este tipo de falla son atribuidas principalmente a errores de diseño, manufactura, instalación o procedimientos iniciales de operación inadecuados⁶.

La forma de identificar si el mantenimiento preventivo debe realizarse respecto al tiempo o las condiciones, será analizada en la Figura. 4 y Figura. 5, respectivamente.

Figura. 4 Reparación general basada en el tiempo

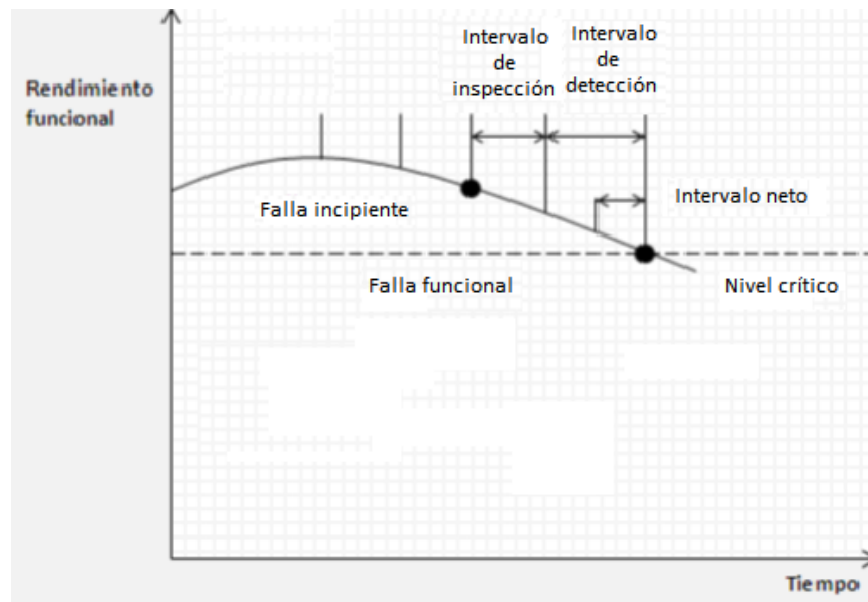


Fuente. Duffuaa, Salih O. Sistemas de Mantenimiento Planeación y control.

⁶ DUFFUAA, Salih. RAOUF, CAMBELL, Dixon. Sistemas de Mantenimiento Planeación y Control. México, 2010. p 75-77

Debido a que los equipo algunos de ellos complejos y sus respectivas componentes tienen varias posibles causas de falla es necesario planear una serie de acciones o tareas ya sea basadas en el tiempo o en las condiciones y plasmarlas en un programa de mantenimiento preventivo ya sea de periodicidad o por oficio.

Figura. 5 Mantenimiento basado en las condiciones.



Fuente. Duffuaa, Salih O. Sistemas de Mantenimiento Planeación y control.

3.5 INDICADORES DE MANTENIMIENTO

Uno de los problemas a los que se enfrenta un responsable de mantenimiento que quiere mejorar los resultados del departamento a su cargo es que debe medir la evolución de los aspectos más importantes que definen o determinan la calidad de su trabajo⁷. ¿Pero cuáles son esos indicadores? ¿Qué parámetros determinan que

⁷ RENOVETEC. Indicadores de Mantenimiento. Disponible en <http://www.mantenimiento.renovetec.com/118-indicadores-de-mantenimiento>

el trabajo de un departamento se está haciendo bien o mal? Se pueden definir muchos tipos de indicadores, como los mencionados tales como:

- Índices de costos.
- Índices de proporción de tipo de mantenimiento.
- Índices de Gestión de Almacenes y Compras.
- Índices de Seguridad y Medio Ambiente.
- Índices de formación.
- Índices de Mantenimiento Preventivos.
- Resumen de indicadores.

3.5.1 Disponibilidad Se define como la probabilidad, en el tiempo, de asegurar un servicio requerido. Hay autores que definen la disponibilidad como el porcentaje de equipos o sistemas útiles en un determinado momento, frente a al total de equipos o sistemas.

El factor de disponibilidad de un equipo o sistema es una medida que nos indica cuánto tiempo está ese equipo o sistema operativo respecto de la duración total durante la que se hubiese deseado que funcionase. Típicamente se expresa en porcentaje. No debe de ser confundido con la rapidez de respuesta.⁸

La Disponibilidad está determinada por el más pequeño de estos tres principales factores (Davidson 1988): 1) incremento del tiempo para fallar, 2) decremento de las paradas por reparaciones o Mantenimiento programado, y 3) acompañamiento de los numerales 1 y 2 de forma efectiva en costos. A medida que la disponibilidad crece, la capacidad para producir se incrementa, porque el equipo estará en servicio un mayor porcentaje de tiempo. Frecuentemente son utilizadas tres ecuaciones de disponibilidad (Ireson 1996), las cuales se explican a continuación.

⁸ GONZALES FERNANDEZ, Francisco, Mantenimiento industrial avanzado. Madrid, España 2012. P62.

- **Disponibilidad Inherente** tal como es vista por el personal de Mantenimiento, (excluye las paradas por Mantenimientos Preventivos, demoras en suministros, y demoras administrativas),⁹ y es definida como:

$$D_i = MTBF / (MTBF + MTTR)$$

- **Disponibilidad Lograda**, tal como es vista por el Departamento de Mantenimiento, (incluye tanto el Mantenimiento Correctivo como el Preventivo, pero no incluye demoras en suministros y demoras administrativas), y es definida como:

$$D_a = MTBM / (MTBM + MAMT)$$

Donde MTBM es el Tiempo medio Entre acciones Correctivas y Preventivas, y MAMT es el tiempo Medio en que mantenimiento estuvo Activo.

Disponibilidad Operacional, tal como es vista por el usuario, y es definida como:

$$D_o = MTBM / (MTBM + MDT)$$

Donde MDT es el tiempo medio de parada.

En pocas palabras la Disponibilidad se describe en términos cuantitativos como: tiempo en línea, tiempo de factor de corrida, falta de paradas, y un buen número de términos operativos coloquiales, que incluyen un mínimo valor para la disponibilidad operacional.

⁹ BARRINGER PAUL, Disponibilidad, Confiabilidad, Mantenibilidad y Capacidad (I parte), Disponible en: http://tsi_ltda.co.tripod.com/_parte_i.pdf

3.5.2 Mantenibilidad. La mantenibilidad es la probabilidad de que un equipo pueda ser puesto en condiciones operacionales en un periodo de tiempo dado, cuando el mantenimiento es efectuado de acuerdo con unos procedimientos preestablecidos. Significa también la probabilidad de que un equipo que ha fallado, pueda ser reparado en un periodo de tiempo dado, este tiempo no es otro que el TPPR.

La mantenibilidad, entonces, se caracteriza por el "Tiempo promedio para reparar", el TPPR. El tiempo requerido para poner el equipo nuevamente en condiciones de operación después de la falla, depende de numerosos factores pero baste mencionar los siguientes:

- De las características de diseño del equipo, su modularidad, estandarización y facilidad de acceso a las partes propensas a falla, entre otros.
- De la organización y eficiencia de las dependencias de Mantenimiento.
- De la destreza de los Técnicos de Mantenimiento, encargados de realizar directamente la intervención en el equipo.
- Del equipo humano de mantenimiento disponible.
- De la disponibilidad de repuestos y materiales para adelantar la intervención en el equipo con dificultades.
- De las Políticas de Mantenimiento, en la Empresa.
- De la disponibilidad de Transporte para el manejo de materiales y partes requeridas.
- De los procedimientos de diagnóstico o "caza-fallas", existentes.
- De la Calidad y disponibilidad de la información técnica y por supuesto de la eficacia del sistema de información del mantenimiento.
- De la disponibilidad de equipos para la realización de las pruebas requeridas en el diagnóstico de la falla.
- Del medio ambiente, que permita al personal trabajar cómodamente

- Del espacio de trabajo. Según la distribución en planta de los equipos se debe proveer espacios suficientes para el montaje y desmontaje de las partes.

3.5.3 Confiabilidad La confiabilidad puede definirse como la probabilidad de que un equipo no falle en servicio durante un periodo de tiempo dado. El tiempo promedio entre fallas (TPEF) es un indicativo de la confiabilidad; entre más alto sea el TPEF, mayor es la confiabilidad. Solamente puede hablarse de confiabilidad cuando: El equipo opere satisfactoriamente, dentro de unos límites dados de funcionamiento y durante un periodo de tiempo predeterminado.

La confiabilidad es introducida desde el diseño del equipo o sistema. La tendencia actual en el desarrollo de máquinas (mayor capacidad, mayor velocidad, mayor autonomía) hacen necesario que las piezas críticas sean más confiables, por consiguiente el Ingeniero de mantenimiento debe enfrentarse a la evaluación de la confiabilidad de sus equipos al hacer la selección y producir las recomendaciones de reemplazo.

3.6 SISTEMAS DE INFORMACIÓN CMMS

Un CMMS da lugar a la administración de los procedimientos de mantenimiento de una empresa u organización. Estos programas informáticos utilizan bases de datos accesibles por el personal de mantenimiento para que puedan efectuar sus labores eficientemente, además de ser utilizadas por los gerentes para decidir sobre la base de los datos registrados.

Los sistemas de información para la gestión del mantenimiento CMMS están provistos de una importante cantidad de datos, que deben estar apropiadamente distribuidos para garantizar su fácil extracción. Es necesario tener a disposición historiales de los equipos (máquina o instalación), en lo que tiene que ver con:

datos técnicos, tiempo en horas, fechas de las últimas incidencias, recursos utilizados en la solución de los dificultades, revisiones, reparaciones, fallas, trabajadores, y trabajadores. También, posibilitan la proyección de las revisiones programadas, creando los listados pertinentes para que sean ejecutadas por los trabajadores o técnicos en los plazos que se disponen. Es común que un CMMS se componga de diversas módulos o fracciones interrelacionados, en las que se elabora y controla exhaustivamente los trabajos diarios en los departamentos de Mantenimiento.

En el mercado comúnmente se encuentran sistemas de información que proveen los siguientes servicios:¹⁰

- Órdenes de trabajo (OT's): Actuación de mantenimiento que ha sido programada, asignada a un personal concreto, con unos costes asociados y con material reservado para su realización. Se podría completar con información adicional sobre causas y efectos de los problemas, tiempos de avería, mediciones o recomendaciones.
- Mantenimiento preventivo (MP): Planificación y Seguimiento de trabajos preventivos, incluyendo instrucciones o listas de tareas, material requerido, etc. Habitualmente los CMMS realizan una planificación automática en base a tiempos fijos o mediciones, y “avisan” cuando la operación de mantenimiento es necesaria.
- Gestión de equipos: Registro de información en torno al equipamiento e instalaciones, incluyendo datos como especificaciones, garantía, proveedores, contratas, fechas de compra, tiempo de vida esperado, registro de incidencias, averías, etc.

¹⁰ Pedro D Carrillo., GESTIÓN INTEGRAL DEL MANTENIMIENTO MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SOFTWARE DE CONTROL., UNIVERSIDAD DE ALCALÁ 2008

- Control del inventario: Gestión de los repuestos, herramientas y otros materiales almacenados, permitiendo la reserva de material para trabajos concretos y aportando datos de la ubicación concreta en los almacenes. El CMMS puede asimismo informar sobre cuándo deben pedirse los materiales y en qué cantidad, y realizar un seguimiento de las recepciones de material.

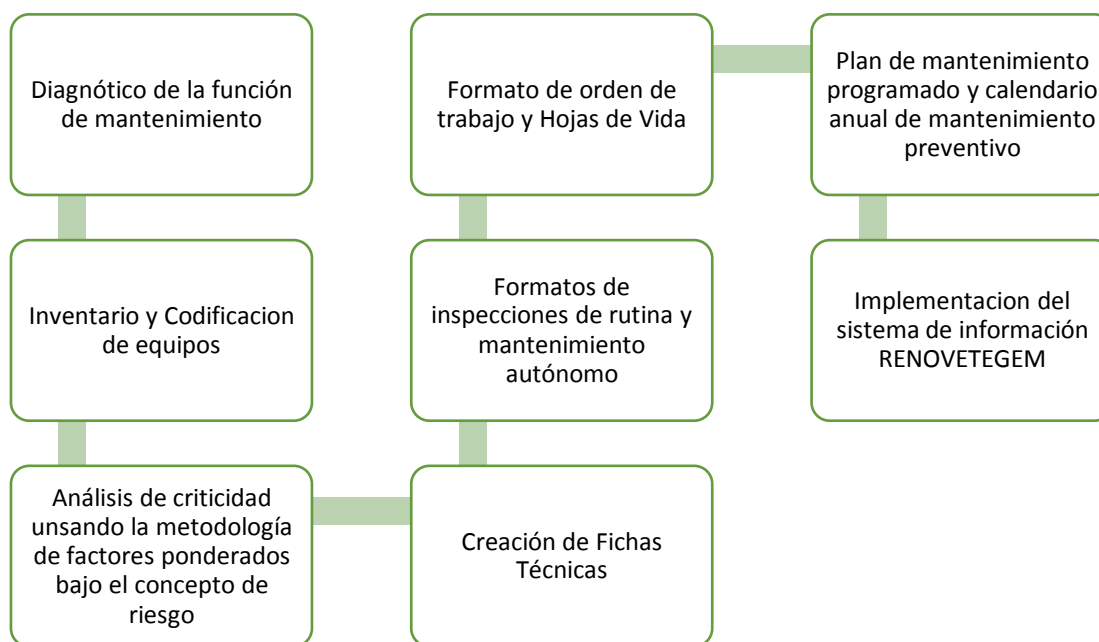
Un sistema para la gestión del mantenimiento permite al profesional encargado de programar y planificar las tareas, ejecutar un rastreo del trabajo de manera ordenada. Por tal motivo es importante atender los siguientes aspectos.

- Los costos del mantenimiento deben ser los más bajos posibles.
- Los trabajos de mantenimiento deben ser optimizados
- Los equipos con mayor índice de criticidad deben estar siempre disponibles
- Los equipos menos críticos deben tener costos de mantenimiento lo más bajos posibles.
- Los operarios no calificados en las labores de mantenimiento deben saber hacer el mantenimiento básico de los equipos.
- El proveedor del software de mantenimiento debe tener la obligación de entrenar y supervisar que los objetivos se cumplan.

4. DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS EQUIPOS CRÍTICOS DE FAMAG LTDA.

El mantenimiento preventivo se caracteriza por un conjunto de actividades planeadas, que deben ejecutarse periódicamente, con el firme propósito de que los activos de la empresa cumplan con las funciones para las cuales están diseñados durante su ciclo de vida útil y mejorando la eficiencia de los procesos, logrando el máximo rendimiento con un mínimo costo. Con el propósito diseñar el plan de mantenimiento preventivo para Famag, se plantearon una serie de etapas que contribuyeron al cumplimiento de los objetivos definidos en el presente proyecto,(ver Figura. 6)

Figura. 6 Diseño del plan de mantenimiento preventivo Famag Ltda



Como primera etapa en la ejecución del proyecto se realizó un test de auditoria de mantenimiento, con el propósito de tener un diagnostico e identificar las secciones

críticas en esta área, posteriormente se realizó el inventario para definir la cantidad de equipos existentes en la planta de producción, además se realizó su respectiva codificación, facilitando la ubicación y el flujo de información para el seguimiento del plan de mantenimiento del equipo.

Para el diseño del plan de mantenimiento de equipos en FAMAG LTDA, se utilizó la metodología de mantenimiento basado en la condición, para encontrar los equipos críticos se utilizó análisis de criticidad usando la metodología de factores ponderados bajo el concepto de riesgo.

Para cada equipo se implementó las fichas técnicas con la información física y técnica más importante del equipo. Se crearon los formatos de chequeo rutina y formatos de mantenimiento con la inspección, lubricación y normas de seguridad necesarias para la operación del equipo. Se crea la orden de trabajo para las intervenciones del mantenimiento de los equipos con el fin de registrar toda la información necesaria para generar indicadores para la gestión de mantenimiento.

Posteriormente se diseñó el plan de mantenimiento programado, con base en los manuales de los equipos, en la experiencia de los operarios y encargados del mantenimiento, con inspecciones, limpieza, cambios y ajustes en el sistema de lubricación, mecánico y eléctrico en periodos de tiempo mensual, trimestral, semestral y anual, generando así un calendario anual de mantenimiento para los equipos, asimismo se implementa el sistema de información RENOVETEGEM para la gestión del mantenimiento de la planta de producción de FAMAG LTDA.

En los siguientes capítulos se describe el desarrollo del plan de mantenimiento preventivo con base en las etapas definidas.

5. DIAGNOSTICO DE LA FUNCIÓN DE MANTENIMIENTO EN FAMAG LTDA.

La empresa FAMAG LTDA., no cuenta con un departamento de mantenimiento estructurado y organizado, por lo tanto las operaciones de mantenimiento que se realizan en los equipos son de tipo correctivo en su mayoría, generando así, paradas imprevistas, pérdidas de producción, daños severos en los equipos y en algunos casos hasta la destrucción del equipo, además se observa que los equipos no tienen una codificación clara, información técnica, manuales de operación y de mantenimiento. Igualmente en el área de mantenimiento no se llevan órdenes de trabajo que generen la información necesaria para realizar análisis del desempeño, ni un correcto inventario en el stock de repuestos.

Para realizar un análisis más detallado del estado del mantenimiento en FAMAG LTDA., se realizó un test de auditoria de mantenimiento (ver anexo A), con el fin de tener un diagnóstico acertado e identificar las secciones críticas en esta área. El test consta de varios ítems, cada uno con un bloque de preguntas que tienen un puntaje establecido según el caso. Los ítems que se tienen en cuenta para el diagnóstico del área de mantenimiento son los siguientes:

Tabla 1. Ítems del diagnóstico de mantenimiento

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
Organización General	<ul style="list-style-type: none">• Organización y Estructura.• Planificación, Coordinación y Control.• Funciones y Responsabilidades.
Métodos y Sistemas de Trabajo	<ul style="list-style-type: none">• Planificación.• Métodos y procedimientos.• Preparación.• Clasificación.• Documentación y Archivo.

Tabla 1. (Continuación) Ítems del diagnóstico de mantenimiento

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
Control Técnico de Instalaciones y Equipos	<ul style="list-style-type: none"> • Inventario • Codificación • Hojas de vida • Documentación Clasificada. • Priorización de Actividades
Gestión de la Carga de Trabajo	<ul style="list-style-type: none"> • Programa de Mantenimiento • Mantenimiento Autónomo. • Carga de Trabajo. • Responsables Actividades de Mantenimiento. • Retroalimentación de Prioridades.
Compra y Logística de Equipos	<ul style="list-style-type: none"> • Stock de Repuestos. • Compra de Equipos y Partes. • Proveedores. • Procedimientos.
Organización del Taller del Mantenimiento.	<ul style="list-style-type: none"> • Espacio Asignado a las Secciones de la Empresa. • Instrucciones y Protocolos Establecidos • Herramientas, Transporte y Utilaje. • Zonas de inventario.
Documentación Técnica	<ul style="list-style-type: none"> • Fichas Técnicas • Planos • Manuales de Operación y Mantenimiento • Documentación clasificada.
Personal y Formación	<ul style="list-style-type: none"> • Dirección y control de actividades • Formación • Seguridad y prevención • Entrenamiento.
Control de la Actividad	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de mantenimiento preventivo • Informes • Indicadores • Eficiencia • Costos del mantenimiento

Fuente: Francisco González¹¹

¹¹ Gonzales, F. Francisco. "Auditoría del mantenimiento e indicadores de gestión" p. 103.

El desarrollo y solución a los bloques de preguntas de este test, se realizó con la colaboración de la coordinadora de producción (Xiomara Villamizar), el técnico de mantenimiento (Julio Bonilla) y el director de logística (Julio Amorocho), donde se trató de ser lo más puntual y ecuánime posible para tener un diagnóstico fiable.

Los resultados obtenidos en este diagnóstico, generan un porcentaje máximo del 100% para cada ítem, este puntaje permite medir el estado de las secciones del área de mantenimiento y de cierta forma jerarquizarlas. Los resultados se encuentran en la Tabla 2.

Tabla 2. Resultados Test para el diagnóstico del área de mantenimiento

RESULTADOS	
ÍTEM	%
ORGANIZACIÓN GENERAL	47
MÉTODOS Y SISTEMAS DE TRABAJO.	51
CONTROL TÉCNICO DE INSTALACIONES Y EQUIPOS	57
GESTIÓN DE LA CARGA DE TRABAJO	30
COMPRA Y LOGÍSTICA DE EQUIPOS	31
ORGANIZACIÓN DEL TALLER DE MANTENIMIENTO	40
DOCUMENTACIÓN TÉCNICA	16
PERSONAL Y FORMACIÓN	67
CONTROL DE LA ACTIVIDAD	10

Una vez obtenido el puntaje por cada área se procede a realizar un diagrama radial (Figura. 7.) con la finalidad tener una visión de lo que sucede y cuáles son los aspectos a mejorar en el área mantenimiento para cada una de las secciones críticas, en términos generales se puede observar que el control de la actividad y la documentación técnica arrojan los resultados más bajos en el test.

Figura. 7 Grafica radial del resultado del test.



A continuación se describe en orden de mayor a menor criticidad los problemas que se identificaron a través del test:

CONTROL DE LA ACTIVIDAD:

- En la actualidad no se cuenta con planificación alguna de los trabajos de mantenimiento, lo cual conlleva ejecutar actividades de solo mantenimiento correctivo.
- No se tienen determinados los tiempos de falla y los de parada, además, no se realizan inspecciones a los equipos.
- La empresa no posee ningún estudio de confiabilidad y mantenibilidad que aseguren la disponibilidad de objetos de mantenimiento para lograr la efectividad del sistema.

- Los arreglos en ocasiones no se realizan inmediatamente después de ocurrida la falla ya que la empresa no posee un personal con experiencia en arreglo de algunos sistemas.
- Los costos de mantenimiento se deducen de los costos indirectos de fabricación global mensual, y estos a su vez, de las órdenes de producción mensual, previo distribución por el número de horas trabajadas.
- No se cuenta con un sistema de información, lo cual hace al acceso a la información sobre los equipos de la planta sea lento, limitado y poco confiable.

DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

- No se cuenta con el inventario actualizado de los equipos existentes.
- Los equipos no tienen ningún formato de fichas técnicas, esto conlleva a cometer errores por la falta de información del equipo.
- No se tiene la documentación de los equipos, como manuales de operación y planos, ni tampoco se tiene clasificada ni archivada, lo cual genera dificultad al tener que planear actividades de mantenimiento de acuerdo a las recomendaciones de los respectivos fabricantes.

GESTIÓN DE LA CARGA DE TRABAJO

- No se han realizado estudios previos para determinar las cargas de trabajo y obtener ciclos de revisión de los elementos.
- No se tiene programado el tiempo de ejecución de actividades de mantenimiento lo que trae como consecuencia paradas innecesarias en la producción.
- La empresa no posee una programación en las actividades de mantenimiento ya que no tiene un personal fijo para dicha actividad.

COMPRA Y LOGÍSTICA DE EQUIPOS

- Con respecto al mantenimiento, en el almacén no se cuenta con existencias de repuestos de las diferentes máquinas y equipos del área de producción. En el

momento de requerir un repuesto para un equipo, el departamento de compras realiza la respectiva gestión para su adquisición.

- Los consumos de lubricantes de las máquinas no obedecen a una planeación de cambios en un determinado tiempo, el almacén carece de estándares para realizar las solicitudes.

ORGANIZACIÓN DEL TALLER DE MANTENIMIENTO

- No se cuenta con el espacio suficiente para algunas labores de mantenimiento, en algunos casos se opta por la contratación de terceros.
- Hace falta algunas herramientas para trabajo especializados, lo cual genera paradas de producción
- No se cuenta con la información necesaria sobre protocolos a pie de obra, lo cual genera pérdida de tiempo en algunas tareas de mantenimiento.

ORGANIZACIÓN GENERAL

- No se encuentra una política definida para el área de mantenimiento, con la subsiguiente consecuencia de no trabajar por objetivos, con planes, programas, actividades y metas para alcanzarlos.
- No hay Manual de funciones y responsabilidades de los cargos involucrados con mantenimiento, entre ellos: coordinador de producción, director de coordinación, operarios de máquinas y funcionario de servicios generales.
- La empresa no posee una organización de mantenimiento acorde al sistema productivo, objetos a mantener, personal y tipo de proceso.

MÉTODOS Y SISTEMAS DE TRABAJO

- La empresa no posee un plan donde se especifiquen detalladamente las necesidades reales y objetivas de mantenimiento.
- Solo se toman acciones de mantenimiento a los equipos y sistemas cuando estos fallan.

- No se tienen métodos de trabajo estipulados para las tareas de mantenimiento.
- Se lleva un formato de orden de trabajo con poca información y de forma intermitente.
- La información para la elaboración de instrucciones técnicas de mantenimiento programando así como sus procedimientos de ejecución es deficiente.

CONTROL TÉCNICO DE INSTALACIONES Y EQUIPOS.

- La codificación de los equipos existente no es clara y no está actualizada, lo que hace difícil la ubicación de este en la planta.
- No se cuentan con métodos estandarizados de trabajo, ni con procedimientos establecidos para la acciones de mantenimiento.
- No se archivan ni se clasifican correctamente los expedientes de historiales de las intervenciones, procedimientos, herramientas y repuestos utilizados en las acciones de mantenimiento en los equipos.
- No se cuentan con sistemas de priorización de actividades con base en su criticidad ni se tienen en cuenta repercusiones secundarias.

6. INVENTARIO Y CODIFICACIÓN DE EQUIPOS.

6.1 INVENTARIO.

Es necesario hacer el inventario de todos los equipos que existen en la planta de producción con el fin de establecer la cantidad y que tipo de equipos se van a analizar, posteriormente realizar una codificación y por último poder ejecutar seguimiento para el mantenimiento preventivo. En el inventario realizado se registraron en total 45 equipos, a continuación se presenta la cantidad en cada área:

Área de Mecanizado: Trece (13) equipos.

Área de Ensamble: Catorce (21) equipos.

Área de Corte y Doble: Ocho (8) equipos.

Área de pintura: dos (2) equipos.

Área Común: Un (1) equipo

En la Tabla 3 se detalla el inventario de todos equipos anteriormente mencionados.

6.2 CODIFICACIÓN.

En Famag Ltda., se encuentran algunos equipos en el área de producción con una codificación que se realizó hace 8 años, sin embargo se encuentra desactualizada e incompleta, por lo tanto se propone una nueva codificación para los equipos de la planta de producción. La codificación que se propone es la de sistemas de codificación significativos, este tipo de codificación aporta información de vital

importancia al equipo dentro de la organización, su ubicación, área de trabajo o departamento al que pertenece son unas de las cualidades que posee este tipo de código.

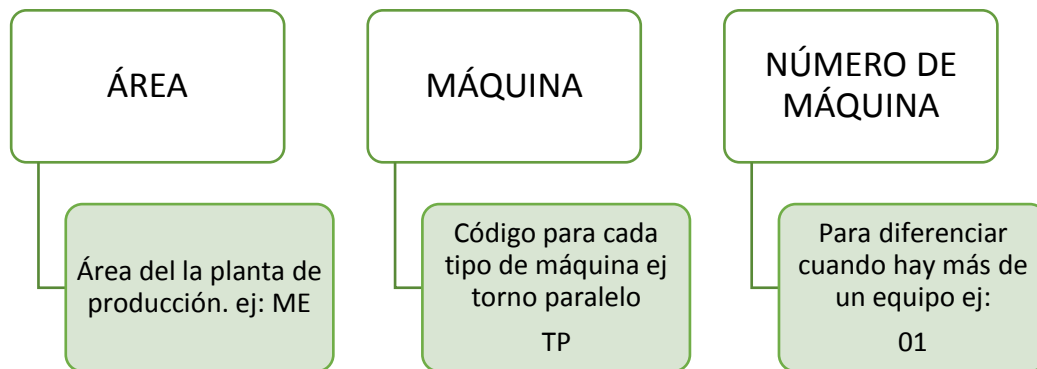
Tabla 3. Inventario de equipos Famag Ltda.

 INVENTARIO DE EQUIPOS FAMAG LTDA.					
No	NOMBRE DEL EQUIPO	Marca	No	NOMBRE DEL EQUIPO	Marca
1	PUENTE GRÚA	VITAL	24	TORNO PARALELO	GURTZPE
2	SIERRA ELÉCTRICA	SHARK	25	TORNO PARALELO	SLIVEN
3	CIZALLA HIDRÁULICA	MEBUSA	26	TORNO PARALELO	YANCHENG
4	CIZALLA HIDRÁULICA	BAYKAL	27	TROQUELADORA	GEV
5	PUNZONADORA CNC	TRUMATIC	28	TALADRO RADIAL	MAS
6	PUNZONADORA	GEKA	29	TORNO VERTICAL	OM LTDA.
7	PLEGADORA HIDRÁULICA	MEBUSA	30	COMPRESOR DE TORNILLOS	ROTORCOMP
8	PLEGADORA MECÁNICA	NIAGRA	31	COMPRESOR DE TORNILLOS	ATLAS
9	SIERRA SIN FIN	SAMUR	32	EQUIPO DE SOLDADURA REVESTIDA	HOBART
10	EQUIPO REVESTIDA	HOBART	33	EQUIPO DE SOLDADURA REVESTIDA	HOBART
11	EQUIPO REVESTIDA	HOBART	34	EQUIPO DE SOLDADURA REVESTIDA	TIGWAVE
12	Equipos soldadura MIG 250	MILLER	35	EQUIPO DE SOLDADURA REVESTIDA	CEMONT
13	Equipos soldadura MIG 250	MILLER	36	EQUIPO DE SOLDADURA REVESTIDA	MASTER
14	Equipos soldadura MIG 250	MILLER	37	EQUIPO PLASMA POWERMAX 1000	HIPERTHERM
15	EQUIPO MIG 350	STAR WELL	38	EQUIPO PLASMA POWERMAX 30	HIPERTHERM
16	EQUIPO MIG 351	STAR WELL	39	ESMERIL MAQUINADOS	FAMAG
17	EQUIPO MIG 352	STAR WELL	40	ESMERIL ENSAMBLE 1	FAMAG
18	EQUIPO MIG 353	STAR WELL	41	ESMERIL ENSAMBLE 2	FAMAG
19	CEPILLO INDUSTRIAL	LERIA	42	EQUIPO SOLDADURA PORTÁTIL	N.R
20	FRESADORA HORIZONTAL	SANMING	43	EQUIPO SOLDADURA REVESTIDA	STARWELL
21	TALADRO DE COLUMNA	REIBO SUISSE	44	EQUIPO MIG	LINCON
22	TORNO PARALELO	YANCHENG	45	EQUIPO PLASMA	CUTMASTER
23	TORNO PARALELO	SLIVEN			

La codificación se acostumbra hacerla en un sistema alfanumérico a fin de poder identificar más fácilmente los equipos en la planta. El código asignado a cada equipo se conservará para ese equipo por todo el tiempo que permanezca en la empresa y es conveniente conservarlo un buen tiempo después de su desaparición para evitar posibles confusiones. Este código deberá ser pintado en un lugar visible del equipo, así mismo, servirá para identificación, ubicación en la

planta de producción y seguimiento del plan de mantenimiento preventivo. El código para cada equipo consta de tres códigos donde se representa en la siguiente figura.

Figura. 8 Sistema de Codificación



Teniendo en cuenta el modelo de codificación anterior, se selecciona un código de dos letras para cada área, para cada tipo de equipo y si se tiene más de un equipo del mismo tipo se le da un código numérico consecutivo para diferenciarlos. En la Tabla 4 se muestra el código respectivo para cada área de la planta de producción.

Tabla 4 Código para el área de trabajo

CÓDIGO ÁREAS DE PRODUCCIÓN	
ÁREA DE TRABAJO	CÓDIGO
Almacén	AL
Área común	AC
Corte y dobléz	CD
Ensamble	EN
Mecanizado	ME
Pintura	PI

En la Tabla 5 se representa el código para cada tipo de equipo que se tiene en la planta de producción.

Tabla 5. Código para cada tipo de equipo

CÓDIGO EQUIPOS DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN			
EQUIPO	CÓDIGO	EQUIPO	CÓDIGO
Puente grúa	PG	Cepillo industrial	CI
Sierra eléctrica	SE	Fresadora horizontal	FH
Cizalla hidráulica	CH	Taladro de columna	TC
Punzonadora CNC	PC	Torno paralelo	TP
Punzonadora hidráulica	PU	Troqueladora	TQ
Plegadora hidráulica	PH	Taladro radial	TR
Plegadora mecánica	PM	Torno vertical	TV
Sierra sin fin	SF	Compresor de tornillos	CT
Equipo revestida arco eléctrico	ER	Equipo de soldadura revestida	SR
Equipos soldadura MIG	SM	Soldador de punto	SP

Teniendo ya los códigos definidos se puede codificar la totalidad de los equipos, en la Tabla 6 se presentan algunos ejemplos de equipos codificados. En el anexo B se presenta en detalle la totalidad de los equipos con su respectivo código.

Tabla 6. Codificación de Equipos

ÁREA DE MECANIZADO	
EQUIPO	CÓDIGO
TORNO PARALELO SLIVEN CU-580M	ME-TP-01
TORNO PARALELO GURTZPE	ME-TP-02
ÁREA DE ENSAMBLE	
EQUIPO REVESTIDA HOBART 250 "1"	EN-SR-01
EQUIPO REVESTIDA HOBART 250 "3"	EN-SR-02

Tabla 6 (Continuación). Codificación de Equipos

ÁREA DE CORTE Y DOBLEZ	
SIERRA ELÉCTRICA SHARK 260	CD-SE-01
CIZALLA HIDRÁULICA MEBUSA	CD-CH-01

7. ANÁLISIS DE CRITICIDAD.

Para determinar a cuales de los equipos se va a implementar con mayor detalle el programa de mantenimiento preventivo, es necesario evaluar la criticidad de cada uno de ellos con respecto a la producción, disponibilidad, costo de mantenimiento y seguridad.

7.1 RECOLECCIÓN DE DATOS.

Para la recolección de datos se realizaron varias encuestas apoyados en el análisis de criticidad bajo la metodología de factores ponderados basados en el concepto de riesgo. Estas encuestas fueron diligenciadas con el apoyo de los operarios, la ingeniera de producción, el ingeniero de logística y el tecnólogo encargado del área de mantenimiento.

En la Tabla 7 se presentan los factores de ponderación que se tuvo en cuenta para la jerarquización de los equipos, este modelo fue aprobado en una reunión con la jefe de producción y el jefe de mantenimiento.

Aplicando la ecuación de la metodología de los factores ponderados:

$$CT = FF \times C$$

Dónde:

CTR: Criticidad total por Riesgo

FF: Frecuencia de fallos (rango de fallos en un tiempo determinado (fallos/año))

C: Consecuencias de los eventos de fallos

Tabla 7: Factores ponderados

FACTORES PONDERADOS	
FRECUENCIA DE FALLOS (FF)	Puntaje
Frecuente: mayor a 4 fallas al año	4
Promedio: 3-4 fallas al año	3
Bueno: entre 1-2 fallas al año	2
Excelente: 1 o menos fallas al año	1
CONSECUENCIAS	
IMPACTO OPERACIONAL (IO)	Puntaje
Pérdidas de producción superiores al 75%	10
Pérdidas de producción entre el 50% y el 74%	7
Pérdidas de producción entre el 25% y el 49%	5
Pérdidas de producción entre el 10% y el 24%	3
Pérdidas de producción menor al 10%	1
IMPACTO POR FLEXIBILIDAD OPERACIONAL (FO)	Puntaje
No se cuenta con unidades de reserva para cubrir la producción, tiempos de reparación y logística muy grandes	4
Se cuenta con unidades de reserva que logran cubrir de forma parcial el impacto de producción, tiempos de reparación y logística intermedios	2
Se cuenta con unidades de reserva en línea, tiempos de reparación y logística pequeños	1
IMPACTO EN COSTES DE MANTENIMIENTO (CM)	Puntaje
Costes de reparación, materiales y mano de obra superiores a \$200.000 pesos	2
Costes de reparación, materiales y mano de obra inferiores a \$200.000 pesos	1
IMPACTO EN SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)	Puntaje
Riesgo alto de pérdida de vida, daños graves a la salud del personal y/o incidente ambiental mayor (catastrófico) que exceden los límites permitidos	8
Riesgo medio de pérdida de vida, daños importantes a la salud, y/o incidente ambiental de difícil restauración	6
Riesgo mínimo de pérdida de vida y afección a la salud (recuperable en el corto plazo) y/o incidente ambiental menor (controlable), derrames fáciles de contener y fugas repetitivas	3
No existe ningún riesgo de pérdida de vida, ni afección a la salud, ni daños ambientales	1

Fuente: Adaptado de PARRA CARLOS. Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad aplicada a la Gestión de Activos

Además, se supone que el valor de las consecuencias (C), se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$C = (IO \times FO) + CM + SHA$$

Siendo:

IO = Factor de impacto en la producción

FO = Factor de flexibilidad operacional

CM = Factor de costes de mantenimiento

SHA = Factor de impacto en seguridad, higiene y ambiente

La expresión final del modelo de priorización de CTR será la siguiente:

$$CTR = FF \times ((IO \times FO) + CM + SHA)$$

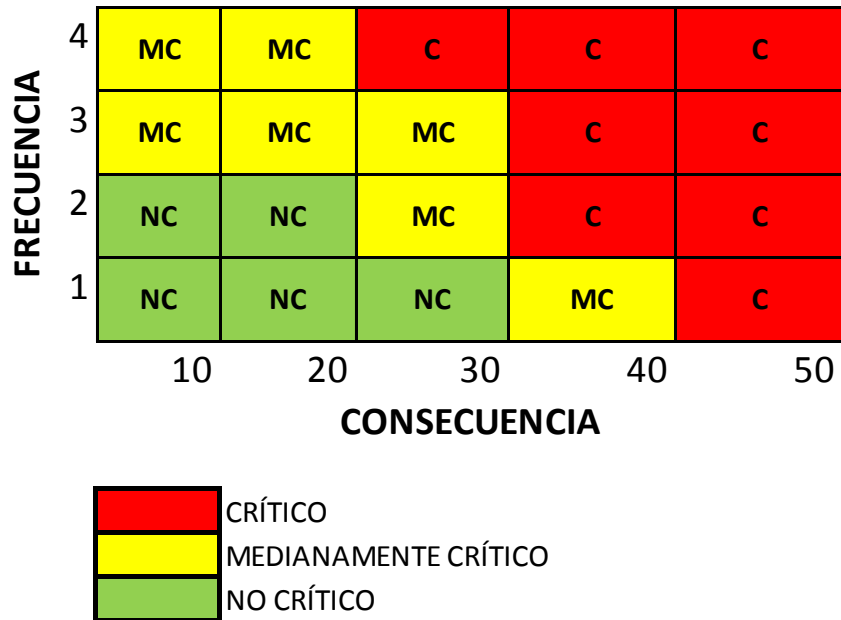
Con esta ecuación tenemos el resultado del análisis de criticidad y la jerarquización para cada área de la planta de producción de Famag Ltda.

7.2 MATRIZ DE CRITICIDAD

En la matriz de criticidad se muestra gráficamente la zona jerárquica de cada equipo después de su respectivo análisis, en esta se puede observar el nivel en que se encuentra el equipo enfrentando la frecuencia de fallas (FF) vs la consecuencia (C) de cada Equipo.

En la Figura. 9 se muestra la matriz de criticidad, en esta se representa mediante los colores representativos para cada nivel de criticidad.

Figura. 9 Matriz de Criticidad



Fuente: PARRA Carlos.

7.3 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD

En la Tabla 8 se muestra el resultado del análisis de criticidad para todos los equipos de la planta de producción de Famag Ltda. Con base en la información de esta tabla se obtuvo la jerarquización de los equipos, gracias a este análisis se puede optimizar tiempo y recursos enfocándose en los equipos críticos, para este caso el análisis de criticidad arrojó tres equipos críticos:

- Puente Grúa Vital
- Taladro radial MAS VO-50
- Compresor de Tornillos Atlas.

En el anexo C se detalla el análisis de criticidad de cada una de las áreas de la planta de producción de Famag Ltda.

Tabla 8: Resultados análisis de criticidad

ANÁLISIS DE CRITICIDAD EQUIPOS FAMAG LTDA.								
EQUIPO	CÓDIGO	FF	IO	FO	CM	SHA	C	Total
PUENTE GRÚA	AC-PG-01	4	10	4	1	8	49	196
TALADRO RADIAL VO-50	ME-TR-01	3	10	4	2	5	47	141
COMPRESOR DE TORNILLOS ATLAS	PI-CT-02	3	7	4	1	3	32	96
PUNZONADORA CNC	CD-PC-01	2	5	4	2	6	28	56
COMPRESOR DE TORNILLOS	PI-CT-01	2	5	4	1	3	24	48
PLEGADORA HIDRAULICA MEBUSA	CD-PH-01	2	7	2	2	6	22	44
CIZALLA HIDRAULICA MEBUSA	CD-CH-01	2	7	2	2	6	22	44
CIZALLA HIDRAULICA BAYKAL	CD-CH-02	2	7	2	2	6	22	44
PLEGADORA MECANICA NIAGRA	CD-PM-01	2	7	2	1	6	21	42
PUNZONADORA GEKA	CD-PU-01	2	7	2	1	6	21	42
FRESADORA HORIZONTAL	ME-FH-01	2	7	2	2	5	21	42
TROQUELADORA GEV AZ-4	ME-TQ-01	2	7	2	2	3	19	38
SIERRA ELECTRICA SHARK 260	CD-SE-01	2	7	2	1	3	18	36
CEPILLO LERIA 730	ME-CI-01	2	7	2	1	3	18	36
TORNO PARALELO GURTZPE	ME-TP-02	2	7	2	1	3	18	36
SOLDADOR DE PUNTO	EN-SP-01	1	7	4	1	6	35	35
TORNO VERTICAL OM LTDA	ME-TV-01	2	5	2	2	3	15	30
EQUIPO REVESTIDA HOBART 250 "1"	EN-SR-01	2	7	1	1	6	14	28
EQUIPO REVESTIDA CEMONT SV-400	EN-SR-04	2	7	1	1	6	14	28
EQUIPO SOLDADURA STARWELL REVESTI	EN-SR-06	2	7	1	1	6	14	28
EQUIPO MIG LINCON SP-170T	EN-SM-01	2	7	1	1	6	14	28
Equipos soldadura MIG 250	EN-SM-02	2	7	1	1	6	14	28
Equipos soldadura MIG 250	EN-SM-03	2	7	1	1	6	14	28
Equipos soldadura MIG 250	EN-SM-04	2	7	1	1	6	14	28
EQUIPO STAR WELL MIG 350	EN-SM-05	2	7	1	1	6	14	28
EQUIPO STAR WELL MIG 350	EN-SM-06	2	7	1	1	6	14	28
TORNO PARALELO SLIVEN CU-580M	ME-TP-01	3	5	1	1	3	9	27
EQUIPO SOLDADURA PORTATIL	EN-ST-01	1	5	4	1	3	24	24
EQUIPO PLASMA POWERMAX 1000	EN-EP-01	2	5	1	1	6	12	24
EQUIPO PLASMA POWERMAX 30	EN-EP-02	2	5	1	1	6	12	24
TALADRO DE COLUMNA	ME-TC-01	2	3	2	2	3	11	22
EQUIPO STAR WELL MIG 350	EN-SM-07	2	3	1	1	6	10	20
EQUIPO STAR WELL MIG 350	EN-SM-08	2	3	1	1	6	10	20
SIERRA SIN FIN	CD-SF-01	1	7	2	1	3	18	18
TORNO PARALELO SLIVEN CU-400	ME-TP-03	2	5	1	1	3	9	18
TORNO PARALELO YANCHENG CY-6240B	ME-TP-04	2	5	1	1	3	9	18
TORNO PARALELO YANCHENG CY-6260	ME-TP-05	2	5	1	1	3	9	18
EQUIPO REVESTIDA HOBART 250 "3"	EN-SR-02	1	7	1	1	6	14	14
EQUIPO REVESTIDA TIGWAVE	EN-SR-03	1	7	1	1	6	14	14
EQUIPO REVESTIDA MASTER 200	EN-SR-05	1	7	1	1	6	14	14
EQUIPO PLASMA CUTMASTER 52	EN-EP-03	1	5	1	1	6	12	12
ESMERIL	ME-ES-01	1	5	1	1	1	7	7
ESMERIL	EN-ES-01	1	3	1	1	1	5	5
ESMERIL	EN-ES-02	1	3	1	1	1	5	5

8. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

8.1 FICHA TÉCNICA

Una de las principales debilidades que arrojó el diagnóstico hecho en el área de mantenimiento, fue la falta de documentación técnica de los equipos de la planta de producción, debido a esto se realizan los formatos de las fichas técnicas que contenga las principales características técnicas y variables físicas de los equipos con el fin de tener esta información a la mano del operador y de los encargados del mantenimiento del equipo, esta documentación es de vital importancia a la hora de hacer intervenciones en el equipo.



La información se recopiló con base en algunos manuales existentes en la empresa, con información de los sitios web de los fabricantes. En la Figura. 10 se puede observar la ficha técnica para el taladro radial

En la hoja de vida de las máquinas debe ir consignado:

- Código del equipo.
- Modelo.
- Marca.
- Número de serie.
- Proveedor.
- Capacidad de trabajo.
- Sistemas.
- Características técnicas.
- Características físicas.
- Motores.

- Registro fotográfico.
- Condiciones generales.

Figura. 10 Ficha técnica Taladro Radial

		FICHA TÉCNICA EQUIPOS FAMAG LTDA.					
DATOS DEL EQUIPO							
Equipo	Taladro Radial		Código	ME-TR-01			
Modelo	VO-50		Dimensiones	1120X3100X3336 (mm)			
Serie	2123						
Fabricante	MAS		Año de compra				
Peso	4550 Kg		Proveedor				
SISTEMAS							
Eléctrico	si	Voltaje [V]	220	Corriente [A]		Frecuencia	60
Hidráulico		Tipo					
Refrigeración		Tipo					
Lubricación		Tipo					
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS							
Diam. Máx de taladro en Acero		50 mm	Recorrido vertical del brazo		875 mm		
Diam. Máx de taladro en Fundición		60 mm	Recorrido horizontal del carro		1280mm		
Cono del husillo		Morse N° 5	Giro del brazo		180°		
Distancia del eje del husillo a la sup. De la guía		320-1600 mm	RPM del husillo		25-2500 rpm		
Distancia del husillo a la base de la maquina		1505-1800 mm	Carrera del husillo		310		
MOTORES							
No	FUNCIÓN	KW	VOLT	AMP	RPM	HZ	
1	Motor principal	4	220			60	
2							
CONDICIONES GENERALES							
Actividad				Criticidad	Crítico		
Años de Servicio	N.E			Situación Actual	Activo		
				Observaciones			

En el Anexo D se encuentran las fichas técnicas de algunos equipos, esta documentación se hizo para los equipos de la planta de producción de Famag Ltda., y fueron implementadas en el sistema de información.

8.2 ORDEN DE TRABAJO

La orden de trabajo es una herramienta muy valiosa en el plan de mantenimiento preventivo, para ello se realiza un formato al cual se asocia un número OT que permite monitorear el estado en que se encuentra la orden de mantenimiento y su nivel de cumplimiento (ver Tabla 9). La orden de trabajo debe tener la siguiente información:

- El tipo de mantenimiento
- La especialidad del trabajo (lubricación, mecánico, eléctrico)
- Los repuestos y herramientas a utilizar en el trabajo.
- Los costos asociados al trabajo realizado.
- El tiempo utilizado en las labores de mantenimiento
- La persona que realiza el trabajo

8.3 HOJA DE VIDA.

Para el registro de las fallas e intervenciones hechas en el equipo se debe crear un formato en el cual se registren todos estos datos y así crear una especie de hoja de vida de cada uno de los equipos, este formato permitirá tener la información para analizar las fallas que son más recurrentes en el equipo y así tomar las acciones respectivas. En la

Tabla 10 se muestra la hoja de vida de los equipos de Famag Ltda.

Tabla 9. Formato Orden de Trabajo.



		FAMAG LTDA.			
		ORDEN DE TRABAJO			
N° Orden De Trabajo				Fecha de Inicio	
Prioridad				Fecha de Finalización	
Equipo				Código del Equipo	
Descripción del servicio de mantenimiento					
Tipo de Mantenimiento					
Especialidad					
Técnico y /o Contratista					
Materiales a Utilizar					
Concepto			\$/unidad	Cantidad	Total
Costo Total					
Herramientas a Utilizar					
N°	Herramienta			Descripción	
1					
2					
3					
Registro de Tiempo					
Fecha	Hora Inicio	Hora Fin	Tiempo utilizado	Costo	Total
Costo Total Mano de Obra					
Costo Total Materiales y Mano de Obra					
Recibo de Conformidad					
Nombre y Firma				Cargo	

Tabla 11. Ficha de Mantenimiento Autónomo.

 MANTENIMIENTO AUTÓNOMO EQUIPOS FAMAG	
EQUIPO	TORNO RADIAL VO-50
CÓDIGO	ME-FH01
<p>INFORMAR AL JEFE DE PRODUCCION O MANTENIMIENTO SOBRE TODOS LOS DEFECTOS E IRREGULARIDADES OBSERVADOS TANTO ANTES, COMO DURANTE EL TRABAJO EN EL EQUIPO Y HACER EL REGISTRO AL FINAL DEL TURNO.</p>	
NORMAS A CUMPLIR DURANTE EL FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Verificar estado de la conexión eléctrica de la máquina. 2. Verificar que la portezuela del tablero eléctrico se encuentre cerrada. 3. Verificar el ajuste de los tornillos de fijación de la pieza sobre la mesa. 4. Verificar posicionamiento de la herramienta de corte. 5. Cuidar de la limpieza de la máquina y la buena organización de su puesto de trabajo 6. Al finalizar la jornada de trabajo limpiar las partes vitales de la máquina con los implementos adecuados. 	
LUBRICACIÓN	
<p>DIARIA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Verificar el nivel de aceite en los depósitos del carro portahusillo y mecanismo de elevación del brazo. Reponer en caso necesario. 2. Verificar el funcionamiento de la bomba de aceite en el carro portahusillo y mecanismo de elevación del brazo mediante el goteo en el indicador de flujo de aceite. 3. Lubricar las superficies guías del brazo sobre la camisa accionando la bomba manual de aceite. Una vez por turno. <p>SEMANAL</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Lubricar tuerca del tornillo de elevación del brazo. 2. Lubricar superficies guías horizontales del brazo 	
NORMAS DE SEGURIDAD	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Utilice siempre la dotación de seguridad personal suministrada por la Empresa. 2. Desconectar el interruptor principal si se terminó el trabajo o se aleja de la máquina. 3. Antes de efectuar cualquier actividad de mantenimiento apague y desconecte la máquina y rotule el interruptor con tarjeta de NO OPERAR. 	


- Inspección, cambio y ajustes en componentes eléctricos
- Limpieza externa del equipo
- Cambios de aceite
- Inspección en la calidad de la energía.

El calendario generado para el plan de mantenimiento es anual y debe ser retroalimentado y modificado según la condición del equipo, en este calendario va consignada la siguiente información:

- Código y nombre del equipo.
- Actividad de mantenimiento preventivo.
- Frecuencia de ejecución.
- Mes y semana del año para la ejecución del mantenimiento.

En la Figura. 11 se muestra el programa anual de mantenimiento para el taladro radial MAS VO-50. El calendario anual para la mayoría de los equipos de la planta de producción de Famag Ltda., se detalla en el anexo E.

Figura. 11 Programa Anual de Mantenimiento Preventivo: Taladro Radial

 FAMAG LTDA.																																																												
CALENDARIO ANUAL DE MANTENIMIENTO																																																												
EQUIPO:	TORNO RADIAL	FECHA:																																																										
MARCA:	MAS	MODELO	VO-50																																																									
		CÓDIGO:	ME-TR-01																																																									
N°	ACTIVIDAD	SEMANA																																																										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52							
Lubricación de la Máquina																																																												
1	Inspeccionar niveles de aceite	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D								
2	Lubricar las superficies guías del brazo	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D							
3	Lubricar tuerca del tornillo de elevación del brazo	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S								
4	Lubricar superficies guías horizontales del brazo	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S								
5	Lubricar Tuerca del programador de profundidad	M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M										
6	Lubricar husillo-funda	M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M										
7	Engrasar arbol																																																											
8	Lubricar engranajes																																																											
9	Engrasar piñones																																																											
10	Cambio de aceite																																																											
11	Aplicar grasa a los cojinetes del husillo																																																											
Sistema Mecánico																																																												
12	Verificar ruidos y anomalías del equipo	M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M							
13	Revisar embrague																																																											
14	Reajustar brazo sujetador				T																																																							
15	Revisar Bomba de lubricación				T																																																							
16	Inspeccionar engranajes																																																											
17	Cambiar anillo retenedor																																																											
Sistema Eléctrico																																																												
18	Revisión de señales (Voltaje corriente, derivación)	M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M							
19	Chequeo de contactores y mandos																																																											
20	Reparar conexiones eléctricas																																																											
21	Revisar y limpiar motor eléctrico																																																											
Limpieza de la Máquina																																																												
22	Limpieza de la maquina (brocha y/o tela)	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D			
23	Limpiar filtros de aceite	M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M							
24	Pintura general de la maquina																																																											

9. SISTEMA DE INFORMACIÓN

Los GMAO o programas de Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador han sido sin duda una gran ayuda para la gestión del mantenimiento de muchas plantas industriales y edificios. Los programas de Gestión de Mantenimiento (CMMS según su acrónimo en inglés) permite llevar un control del mantenimiento programado de cualquier instalación, la carga de trabajo de cada uno de los técnicos, trabajo pendiente, gestión del repuesto, costes y gestión económica, etc.

Las grandes plantas industriales requieren de un software complejo, con múltiples opciones y con una capacidad inmensa de tratamiento de información. El coste mínimo de un software GMAO para la gestión del mantenimiento puede costar desde \$3'000.000, para los programas más básicos. MAXIMO (R) es una elección perfecta para determinadas plantas complejas, ya que sin duda es el software más versátil y completo; SAP PM, de mayor coste, tiene una perfecta integración en el paquete SAP con el que se gestionan otras áreas de la planta, especialmente el área financiera; PRISMA es una excelente opción, completa y sencilla de manejo. Pero no hay que olvidar que el 90% de las opciones de un programa de mantenimiento de alto coste no se utilizan nunca.

9.1 SISTEMA DE INFORMACIÓN RENOVEGEM

El software gratuito RENOVEGEM, desarrollado por RENOVETEC, permite gestionar perfectamente la mayor parte de las plantas pequeñas y medianas, permitiendo además adaptarlo a las necesidades concretas de cada una de ellas. Permite la gestión del mantenimiento de plantas industriales, centrales eléctricas y edificios singulares. Este programa tiene implementadas las funcionalidades más comunes, como son:

- Gestión de activos, con su árbol jerárquico
- Gestión de personal
- Gestión del mantenimiento programado y de las gamas de mantenimiento
- Control de la programación de mantenimiento
- Gestión de órdenes de trabajo
- Gestión económica del mantenimiento
- Determinación de los indicadores más usuales en mantenimiento

El software es sencillo y práctico, y está orientado a pequeñas y medianas empresas que prefieren invertir en herramientas y bienes de equipo antes que en programas informáticos de dudosa rentabilidad. Se ha desarrollado para que pueda manejarse de forma intuitiva y sencilla, pero a la vez se ha dotado con una potente herramienta de búsqueda que permite filtrar y exportar cualquier información contenida en su base de datos permitiendo la confección de informes a medida, que pueden ser realizados por el propio usuario.

9.2 EDICIONES.

9.2.1 Edición estándar Esta edición cuenta con una licencia gratuita que permite la utilización de la mayoría de los módulos de mantenimiento preventivo, uno de los puntos en contra es que esta versión no permite trabajo en red. En la Figura. 12 se representa la ventana de entrada, los módulos que tienen el recuadro del título en naranja, son los módulos que permite trabajar esta edición.

9.2.2 Edición Profesional: Esta edición tiene un costo por la licencia que esta alrededor de 650 euros y permite aplicación Renovegem Client se conecta con Renovegem Server, manteniendo sincronizadas las bases de datos de cliente y servidor. Una gran ventaja de este sistema es el funcionamiento en entornos de

baja disponibilidad de la red o con redes saturadas o lentas, o bien con usuarios que se conectan en remoto con el servidor.

Figura. 12 Ventana de entrada RENOVEGEM



9.2.3 Edición Premium: Esta edición tiene un costo por la licencia que esta alrededor de 1100 euros, adicionalmente, la versión Premium incluye los módulos: Mantenimiento legal, Auditorías de la gestión del mantenimiento y - RCM

Esta versión funciona en modo cliente – servidor, con hasta diez conexiones de cliente incluidas en el paquete. En esta versión se incluyen además los protocolos de mantenimiento de unos 140 equipos, por lo que el desarrollo del plan de mantenimiento completo de una instalación se lleva a cabo muy rápidamente.

9.3 MÓDULOS RENOVEGEM

9.3.1 Módulo usuarios En este módulo se gestiona los usuarios que pueden entrar al sistema de información y operarlo, al agregar usuarios al sistema, debe registrar cierta información, (nombres, apellidos, cargo, registro fotográfico, mail, perfil), además los usuarios tienen distintos tipos de perfiles que están predeterminados por el programa con diferentes tipos de permisos que les permiten o no modificar la información de cada módulo, a estos perfiles se les puede modificar los permisos para cada usuario. Los perfiles que el módulo tiene predeterminados son: Administración, Oficina Técnica, Jefes de mantenimiento y Técnicos. De igual forma este módulo permite al usuario definir una contraseña para el ingreso al software. En la Figura. 13 se muestra la ventana de usuarios con la información que se solicita.

Figura. 13 Ventana módulo usuarios

Gestión de usuarios

Datos generales

Código:

Nombre:

Apellidos:

Fecha alta:

Cargo:

Mail:

Usuario de correo: Pass Correo:

Planta:

Grupos y acceso

Usuario aplicación: Contraseña:

Grupo / Perfil:

Permisos

Cod. Permiso :	Permiso :

Permisos del Perfil

Cod. Permiso :	Descripción del permiso :

9.3.2 Módulo empleados En este módulo se gestiona la información de todos los empleados que intervienen en el área de mantenimiento, nos muestra una lista completa desde el jefe de mantenimiento pasando por técnicos y operarios. Al ingresar en la opción para agregar empleados se registra la siguiente información de cada empleado:

- Código del empleado
- Nombres y apellidos
- Dirección
- Cedula (En el software se denota como DNI)
- Registro fotográfico
- Especialidad de trabajo
- Horas de jornada laboral
- Costo de hora laboral

En la Figura. 14 se muestra la ventana para el ingreso de empleados.

Figura. 14 Ventana Modulo Empleados

Empleados

Datos Generales | Calendario Laboral

Datos Orden

Código de Empleado : Código de Usuario :

Nombre :

Apellidos :

Dirección :

DNI : email :

Telefono : Extension :

Cargo :

Especialidad :

Jornada de trabajo del empleado y coste

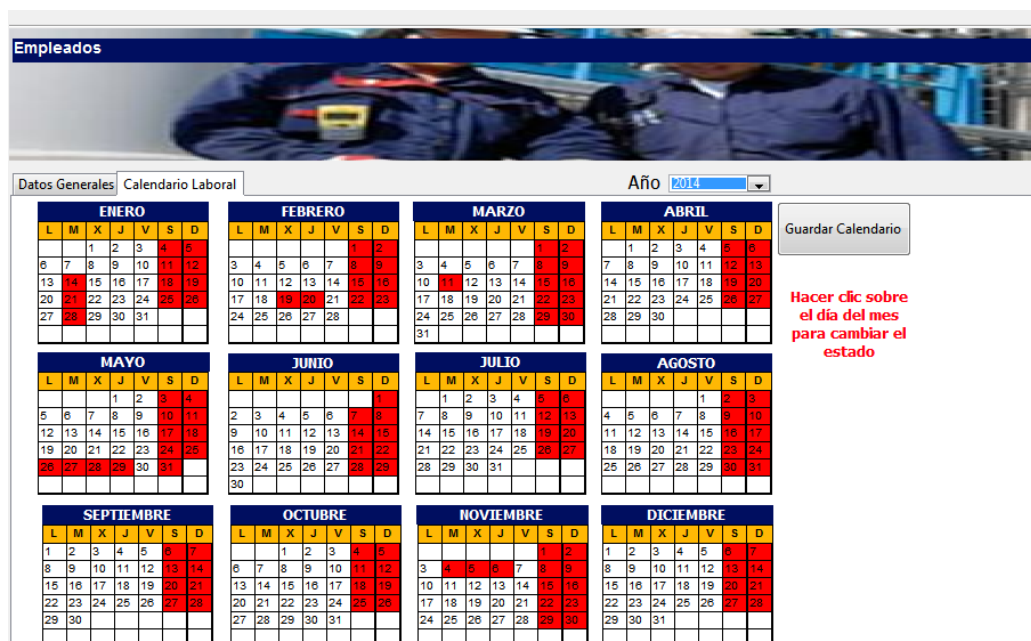
Horas Jornada de Trabajo : Coste hora (€) :

Nota: Las bases de datos que almacenan datos de carácter personal requieren el cumplimiento de determinadas obligaciones legales. Infórmese de estas obligaciones acudiendo a la Administración competente.

© Santiago García Garrido y Alejandro Palacios Rodrigo 2013

Adicionalmente este módulo cuenta con un calendario que permite ajustar el trabajo de cada empleado y así planificar de forma más segura las labores de mantenimiento, ya que si se asigna un técnico en un día en el cual no está como laborable, el software arroja una alarma advirtiéndolo de que no se encuentra el técnico en servicio. En la Figura. 15 se muestra la ventana del calendario anual laborable para asignar a cada empleado.

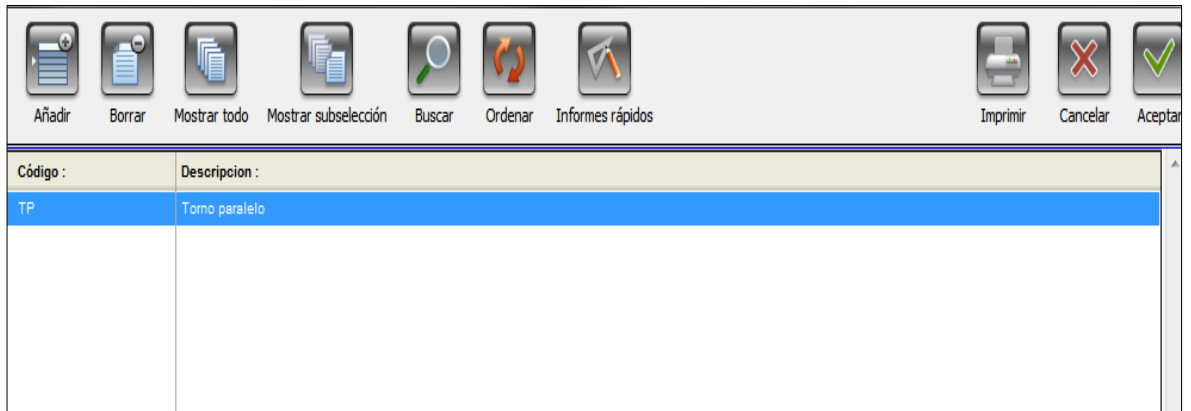
Figura. 15 Calendario Laboral.



9.3.3 Módulo configuración En este módulo se encuentran varias opciones para que puedan ser configuradas a medida de la empresa, de las opciones que se pueden configurar en la edición estándar se encuentran:

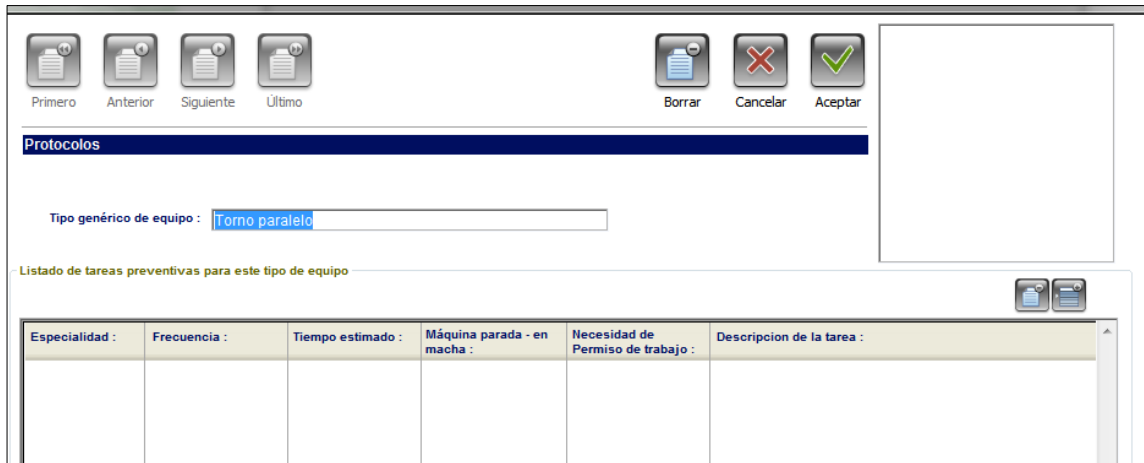
- **Introducción de equipos genéricos:** En esta opción el programa permite introducir equipos que sean comunes y numerosos en la planta, con el fin de tener un tipo de equipo que permite generalizar muchas actividades de mantenimiento y así poderlas cargar automáticamente a la hora de introducir los equipos individualmente. En la Figura. 16 se muestra la configuración de esta opción.

Figura. 16 Introducción de Equipos



- **Introducción de los protocolos de mantenimiento preventivo:** Esta opción permite establecer tareas de mantenimiento preventivo a los equipos genéricos. En la Figura. 17 se representa la ventana para la configuración de esta opción.

Figura. 17 Introducción de Protocolos



Las otras configuraciones que nos permite manipular el programa son:

- Avisos de alarma cuando ocurre la rotura del stock de repuestos y para el cambio de estado de las OT.
- Registrar la lista de proveedores con sus principales datos.

- Realizar o abrir documentos para la generación de informes.
- Configuración de equipo y correo.
- Agregar o modificar especialidades y frecuencias de mantenimiento

9.3.4 Modulo planta En este módulo se registra la información general de la planta (nombre, descripción, dirección y registro fotográfico), (ver Figura. 18), además se registran los subsistemas y en cada uno de ellos los equipos (ver Figura. 19).

Figura. 18 Modulo Planta

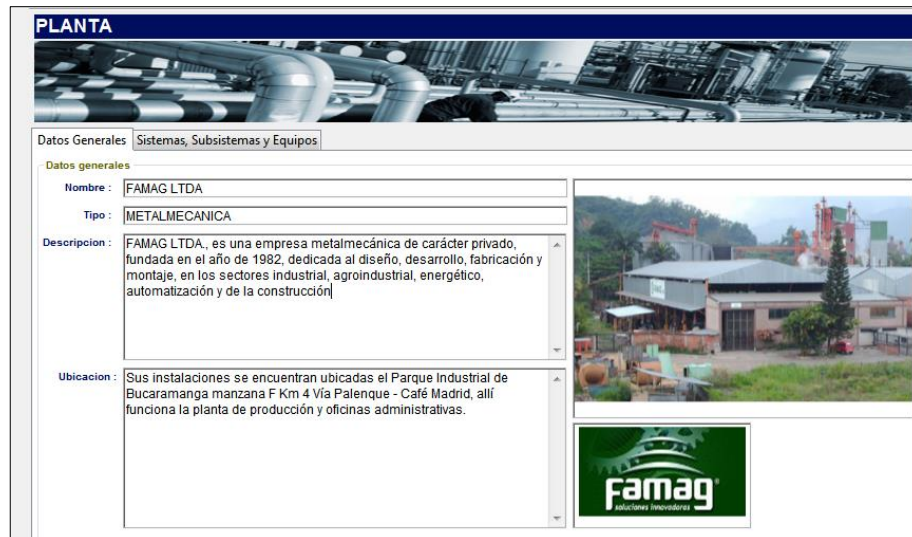


Figura. 19 Registro Subsistemas



9.3.5 Modulo equipos: En este módulo se gestiona todo lo correspondiente con los equipos de la planta, en él se agregan equipos y al acceder en cada equipo se abre una ventana donde se registra toda la su información correspondiente a ficha técnica, datos adicionales, historial de fallas, tareas de mantenimiento preventivo, datos del proveedor e historial de las tareas realizadas. En la Figura. 20 se representa la ventana del módulo de equipos.

Figura. 20. Módulo Equipos

The screenshot shows a web-based form for equipment management. The title is 'Ficha Equipo'. The form is divided into several sections. At the top, there are tabs for different data categories: 'Datos Generales', 'Parámetros Característicos', 'Datos Adicionales', 'Datos Proveedor', 'Histórico de Averías', 'Tareas de Mantenimiento Preventivo', and 'Hist. Tareas Realizadas'. The 'Datos Generales' tab is selected. The form contains the following fields and values:

- Cod. Equipo:** ME-TP-01
- Estado:** Operativo
- Equipo:** TORNO PARALELO
- Planta:** 1
- Sistema:** PLANTA DE PRODUCCIÓN
- Sub Sistema:** Mecanizado
- Tipo Equipo:** Torno paralelo

Below the form fields, there is a 'Descripción' section with a text area containing the text: 'Equipo apto para el torneado de piezas especialmente en la fabricación de ejes, además cumple con operaciones de roscado.' To the right of the description is an 'Imagen' section with a photograph of a green lathe machine.

9.3.6 Módulo de gamas de mantenimiento En este módulo se genera la programación se genera la programación de las tareas mantenimiento preventivo de forma automática, ya que al haber ingresado las tareas de mantenimiento en el módulo de equipos, éste las asocia por subsistemas y por la frecuencia en que fueron asignadas, después de tener esta información el módulo pide fechas en las que se desea hacer el periodo de programación y genera las OT (ver Figura. 21) necesarias para cada una de las actividades a realizar en un periodo, finalmente se valida la programación.

En el calendario anual de trabajo se puede observar en verde los días en los que se tienen programadas órdenes de mantenimiento (ver Figura. 22).

Figura. 21 Módulo Gamas de Mantenimiento

Sistema :	Especialidad :	Frecuencia :	Estado :	TipoOrden :	Fecha :
PLANTA DE PRODUCCIÓN	ELÉCTRICA	Semestral	Abierta	Preventivo	01/11/2014
PLANTA DE PRODUCCIÓN	ELÉCTRICA	Semestral	Abierta	Preventivo	01/05/2015
PLANTA DE PRODUCCIÓN	LUBRICACIÓN	Diario	Abierta	Preventivo	01/11/2014
PLANTA DE PRODUCCIÓN	LUBRICACIÓN	Diario	Abierta	Preventivo	02/11/2014
PLANTA DE PRODUCCIÓN	LUBRICACIÓN	Diario	Abierta	Preventivo	03/11/2014
PLANTA DE PRODUCCIÓN	LUBRICACIÓN	Diario	Abierta	Preventivo	04/11/2014

Figura. 22 Días programados del calendario de mantenimiento

renovetec

Especialidad: Año:

ENERO						
L	M	X	J	V	S	D
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

FEBRERO						
L	M	X	J	V	S	D
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	

MARZO						
L	M	X	J	V	S	D
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

9.3.7 Módulo OT: En este módulo se gestionan las órdenes de trabajo, al entrar en la ventana del módulo se encuentra la lista de todas las OT generadas, al entrar en cada una de ellas podemos ver en qué estado se encuentran (abiertas o cerradas), detalles de la OT, costos de mano de obra, costo de repuestos utilizados, normas de seguridad y observaciones (ver Figura. 23).

Figura. 23 Módulo Órdenes de Trabajo

Órdenes de Trabajo

Sanfilippo Gerardo Garrido y Alejandro Palacios

Solicitud Aprobación Seguridad Datos Generales Ejecución Cierre Tareas

Resumen de datos de la OT

Datos del la orden

Numero Orden: 1080 Tipo de Orden: Preventivo

Estado: Abierta Fecha Solicitada: 11/08/2015

Prioridad: ...

Datos de seguridad

PW: Requiere PW No se necesita PW PW Asociado

Sistema/Equipo

Sistema: PLANTA DE PRODUCCIÓN

Equipo: ...

Datos de los técnicos

Especialidad: LUBRICACIÓN

9.3.8 Módulo repuestos En este módulo encontramos la lista de los repuestos disponibles en el almacén, además se gestiona la entrada y salida de repuestos colocando el valor mínimo que debe haber en el almacén de repuestos para generar alarmas que nos indique la falta de estos. En la Figura. 24 se muestra la ventana de este módulo.

Figura. 24. Módulo Repuestos

Cancelar Aceptar

Nueva partida de entrada / salida del almacen

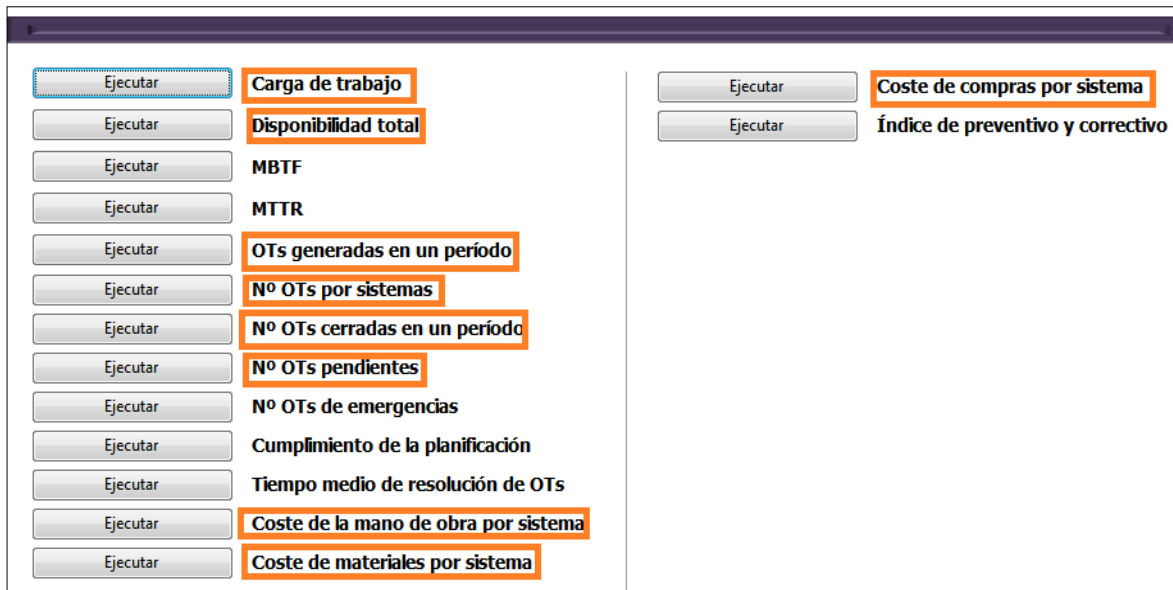
Visualizar el stock de repuesto

9.3.9 Modulo indicadores: Este módulo nos permite realizar una evaluación a la gestión de mantenimiento por medio de unos indicadores que admite aplicar la versión estándar, estos indicadores son:

- Carga de trabajo
- Disponibilidad
- Numero de OT's generadas y pendientes
- Costo de mano de obra mantenimiento
- Costo de repuestos

Además el módulo permite exportar estos datos a un documento de texto para realización de los respectivos informes de la gestión del mantenimiento para luego evaluar el funcionamiento del plan de mantenimiento preventivo. En la Figura. 25 se puede observar la ventana de este módulo, los recuadros naranjas son los indicadores que la versión estándar permite generar.

Figura. 25. Módulo Indicadores



9.3.10 Módulo compras En este módulo se puede registrar las compras realizadas debido a las intervenciones en las tareas de mantenimiento, estos datos son importantes a la hora del cálculo del indicador de costos en la gestión de mantenimiento. En la ventana en que se agregan estas solicitudes de compras

(ver Figura. 26), se debe registrar el número de la orden de trabajo a la que fue asociada estas compras y se registran los datos más relevantes de esta.

Figura. 26. Módulo Compras

The screenshot shows a software interface for purchase management. The title bar reads "Gestión de Compras". The main area contains the following elements:

- Referencia :** A text input field.
- Estado :** A text input field.
- Proveedor :** A text input field with the value "0".
- Origen :** A text input field.
- Num. Orden de trabajo :** A text input field with a red label above it.
- Recibida :** A checkbox labeled "Sí" with a small icon to its left.
- Importe :** A text input field with the value "0,00".
- Buttons:** Two buttons labeled "Elegir" are present, one next to the "Num. Orden de trabajo" field and another next to the "Proveedor" field.
- Observaciones / Motivo de la compra :** A large, empty text area with a vertical scrollbar on the right side.

10. INDICADORES DE MANTENIMIENTO.

La implementación de los indicadores de mantenimiento permiten tomar decisiones, establecer metas, determinar la eficiencia y eficacia en los procesos de mantenimiento, la mano de obra, la utilización del tiempo y los recursos asignados al departamento de mantenimiento.

Los indicadores utilizados para evaluar la gestión de mantenimiento¹², los podemos clasificar en:

10.1 INDICADORES DE GESTIÓN DE EQUIPOS

10.1.1 Tiempo Medio Entre Fallas (TMEF) Permite evaluar el grado de avance en la mejora del equipo a través de la aplicación de programa de mantenimiento. Técnicamente se define como el tiempo medio de operación, que indica la vida esperada de una máquina, componente o sistema. Se podría interpretar como la media de los tiempos de buen funcionamiento. Estadísticamente corresponde a la esperanza matemática de la variable aleatoria t (fecha de aparición de una avería).

$$TMEF = \frac{\text{Tiempo de operación en un período dado}}{\text{Número total de fallas presentadas en el período de tiempo dado}}$$

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

¹² MANTENIMIENTO MUNDIAL. Indicadores de Mantenimiento. Disponible en <http://www.mantenimientomundial.com/sites/libro/Lourival/cap4.asp>

10.1.2 Disponibilidad de los equipos (DISP) La disponibilidad de un equipo representa el porcentaje del tiempo en que quedó a disposición del órgano de operación para desempeñar su actividad.

$$DISP = \frac{\text{Número de total de horas calendario} - \text{Horas de mantenimiento}}{\text{Número total de horas calendario}} \times 100\%$$

El índice de disponibilidad es de gran importancia para la gestión de mantenimiento, pues a través de este, puede hacerse un análisis selectivo de los equipos, cuyo comportamiento operacional esté por debajo de los estándares aceptables.

10.2 INDICADORES DE GESTIÓN DE COSTOS

Nos muestran la relación entre lo invertido en actividades de mantenimiento con la facturación de la empresa.

10.2.1 Costo de mantenimiento por facturación (CMFT) Este índice es de fácil cálculo ya que los valores, tanto del numerador como del denominador, son procesados por el departamento de contabilidad de la empresa.

$$CMFT = \frac{\text{Costo total del mantenimiento}}{\text{Facturación de la empresa en el período considerado}}$$

10.2.2 Costo de la eficiencia del mantenimiento (CEFM)

$$CEFM = \frac{\text{Costo total del mantenimiento preventivo}}{\text{Costo total del mantenimiento}}$$

10.3 INDICADORES DE GESTIÓN DE MANO DE OBRA

Todos los mecanismos de control de mano de obra deben ser orientados en el sentido de obtenerse un mayor aprovechamiento del recurso humano disponible, propiciando al personal mayor seguridad y satisfacción en el desempeño de sus funciones.

10.3.1 Costo de la eficiencia del mantenimiento (CEFM)

$$CEFM = \frac{\text{Costo total del mantenimiento preventivo}}{\text{Costo total del mantenimiento}}$$

10.4 INDICADORES DE GESTIÓN DE MANO DE OBRA

Todos los mecanismos de control de mano de obra deben ser orientados en el sentido de obtenerse un mayor aprovechamiento del recurso humano disponible, propiciando al personal mayor seguridad y satisfacción en el desempeño de sus funciones.

10.4.1 Atención a las solicitudes de mantenimiento (ATSM):

$$ATSM = \frac{\text{No. De órdenes de trabajo solicitada}}{\text{No. De órdenes de trabajo ejecutadas}}$$

10.4.2 Número de trabajos de mantenimiento preventivo (NTMP)

$$NTMP = \frac{\text{No. De trabajos de mantenimiento preventivo}}{\text{No. De trabajos de mantenimiento correctivo}}$$

11. CONCLUSIONES

Mediante el diagnóstico de la situación actual del área de mantenimiento de Famag Ltda., se pudo establecer las acciones necesarias para atender las debilidades, y seguir contribuyendo a las fortalezas del área, por medio del plan de mantenimiento preventivo.

Teniendo el inventario del 100 % de los equipos de la planta de producción, se diseñó y elaboró un sistema de codificación por medio del método sistema de codificación significativos que identifica a cada uno de los equipos dentro de la empresa de tal forma que especifique, el área de trabajo entro de la planta, el número del equipo y cantidad de equipos de la misma clase, para así llevar un control preciso en la administración del mantenimiento de los equipos dentro de la organización

A partir del inventario general elaborado en la planta de producción de Famag Ltda., se estableció la jerarquización de los equipos bajo un análisis de criticidad por el método de factores ponderados basado en el concepto de riesgo, en este análisis se encontraron tres (3) equipos críticos, esta jerarquización nos permite invertir los recursos y tiempo de una forma más eficiente a estos equipos.

Se realizaron las fichas técnicas para el 90% de los equipos de la planta de producción, con la información general, técnica y físicas más importantes de cada uno de ellos, con el fin de que la información este a la mano de los operarios y técnicos.

Mediante la creación de las listas de chequeo de mantenimiento y órdenes de trabajo, se puede almacenar y recopilar información vital del estado de los equipos

proveyendo una base de importante para la planeación de tareas e históricos de fallas que ayudaran a la orientación y toma de decisiones futuras

Se crearon las rutinas de mantenimiento para los equipos inventariados en la planta de producción de Famag Ltda. Las cuales especifica la tarea a realizar y frecuencia a partir de las recomendaciones de los fabricantes y experiencia de los operarios, con esto se generan los calendarios anuales de mantenimiento preventivo.

Se implementó el sistema de información RENOVEGEM EDICIÓN ESTÁNDAR, que mediante sus módulos permite la gestión de los equipos, el recurso humano, tareas de mantenimiento preventivo, el almacén de repuestos, ordenes de trabajo, indicadores de mantenimiento y la programación del plan de mantenimiento preventivo, contribuyendo al crecimiento del área de mantenimiento en Famag Ltda, en este software se implementó más del 70% de la información relevante al plan de mantenimiento preventivo.

Se implementaron los indicadores de mantenimiento más importantes con el fin de evaluar el desempeño del plan de mantenimiento preventivo y así tomar decisiones de ajuste y modificaciones posteriores.

12.RECOMENDACIONES

Realizar un seguimiento y continuidad al plan de mantenimiento preventivo, buscando siempre la mejora continua, analizando detalladamente los indicadores de mantenimiento para realizar los respectivos ajustes acertadamente.

Realizar la estandarización de las actividades de mantenimiento, con el fin de reducir los tiempos en las tareas mantenimiento y aprovechando el conocimiento de los técnicos más experimentados de la empresa.

Se recomienda fortalecer la cultura organizacional del mantenimiento buscando el cambio de un ambiente reactivo a uno planificado, con el fin de buscar mejores resultados en las actividades de mantenimiento.

Realizar un análisis RCA a los equipos críticos con el fin de analizar los componentes críticos que causan las fallas del equipo.

BIBLIOGRAFÍA

BARRINGER PAUL, Disponibilidad, Confiabilidad, Mantenibilidad y Capacidad (I parte), Disponible en: http://tsi Ltda.co.tripod.com/parte_i.pdf

BORRAS, Carlos P. Ingeniería de mantenimiento. Material docente. Bucaramanga, 2013.

CARRILLO, PEDRO D. Gestión integral del mantenimiento mediante la aplicación de software de control. Universidad de Alcalá, España, 2008.

DIXON, Daffuaa. Sistemas de Mantenimiento. Editorial Limusa. Pág. 29. México. 2000.

GONZALES FERNANDEZ, Francisco, Mantenimiento industrial avanzado. Madrid, España 2012. GARCÍA GARRIDO, SANTIAGO. Mantenimiento Industrial. Editorial Renovetec. Vol. 4. Madrid, 2009.

GONZALES, F. Francisco. "Auditoría del mantenimiento e indicadores de gestión". España 2004.

GONZÁLEZ B, CARLOS RAMÓN. Conferencias de ingeniería de mantenimiento. Universidad Industrial de Santander, Colombia, 2001.

IGLESIA, Joyce, CRUZ, Andrés, DÍAZ S Leonardo. Diseño de un programa de mantenimiento preventivo para equipos de construcción de la empresa TICOM. Bucaramanga, 2013, 97p. Trabajo de grado (Especialización Gerencia de Mantenimiento). Univesidad Industrial de Santander. Escuela de ingeniería mecánica.

OROZCO ALZATE, NELSON. Conceptos Básicos: Mantenimiento Preventivo. Cap. I. Universidad Nacional de Colombia. Medellín.

RENOVEGEM “Software para la gestión del mantenimiento [en línea].2014 disponible en: <http://www.renovagem.com/>

RENOVETEC. “Ingeniería-de-mantenimiento” [en línea].2014 <http://www.renovetec.com/373-ingenieria-de-mantenimiento>

ANEXOS
ANEXO A

TEST PARA EL DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DE MANTENIMIENTO EN FAMAG LTDA.

• **ORGANIZACIÓN GENERAL**

Nº	ASPECTOS A CONSIDERAR	PUNTAJE				
		NO	MAS BIEN NO	NI SI NI NO	MAS BIEN SI	SI
1	¿Está definida por escrito y aprobada, la organización y responsabilidades del área de mantenimiento?	0				30
2	¿Se comprueban las responsabilidades y las tareas definidas en la organización de forma periódica para su adaptación?	0				10
3	¿Está suficientemente dimensionada la estructura de la dirección de mantenimiento y su equipo técnico para abordar nuevos procesos de mejora?	0	10		20	30
4	¿Existe un área para la planificación y coordinación de trabajos y para realizar estudios de mejora y formación?	0	5		15	20
5	¿Existen descripciones de las funciones (en el terreno de responsabilidades y en el de iniciativa) para cada uno de los puestos de ejecución?	0	5	10	15	20
6	¿Todas las operaciones preventivas o correctivas se ejecutan con órdenes de trabajo y se registran adecuadamente actividades y repuestos?	0				20
7	¿Tienen objetivos claro e indicadores de funcionamiento que sirvan de pauta como resultados del servicio prestado?	0	5		20	30
8	¿Hay reuniones periódicas y se realizan seguimientos de niveles de calidad de servicio percibidos por nuestros clientes?	0	10		20	30
					SUBTOTAL	
					PORCENTAJE OBTENIDO	

- **MÉTODOS Y SISTEMAS DE TRABAJO.**

Nº	ASPECTOS A CONSIDERAR	PUNTAJE					
		NO	MAS BIEN NO	NI SI NI NO	MAS BIEN SI	SI	
1	¿Disponen de sistema de planificación y preparación de trabajo para intervenciones importantes?	0	10		20	30	
2	¿Tienen procedimientos para preparar trabajos, establecer presupuestos y justificar nuevas adquisiciones o proponer nuevas actividades	0		10		20	
3	¿Disponen Uds. de métodos operativos escritos para laos trabajo complejo o delicado?	0		10		20	
4	¿Se archivan en los expedientes o historiales de equipos o sistemas, los trabajos de preparación y planificación de grandes intervenciones?	0	5		10	15	
5	¿Tienen Uds. Métodos formalizados para hacer las reparaciones o pruebas de equipos?	0	10		20	30	
6	¿Guardan Uds. las unidades en almacén, hacen prepara kits (piezas, herramientas) antes de sus intervenciones?	0	10		20	30	
7	¿Está el conjunto de la documentación debidamente clasificada y fácilmente accesible?	0	5		10	20	
8	¿Tienen sistemas de priorización de actividades, con base en su criticidad, repercusiones secundarias, etc.?	0				20	
					SUBTOTAL		
					PORCENTAJE OBTENIDO		

- CONTROL TÉCNICO DE INSTALACIONES Y EQUIPOS

Nº	ASPECTOS A CONSIDERAR	PUNTAJE				
		NO	MAS BIEN NO	NI SI NI NO	MAS BIEN SI	SI
1	¿Disponen Uds. de una lista del inventario y la ubicación de los equipos en la planta?	0	10		20	30
2	¿Tienen cada equipo un número de identificación único diferente?	0	5	10	10	20
3	¿En los equipos tienen el número de identificación claramente señalado?	0		10		20
4	¿Se archivan en los expedientes o historiales de equipos o sistemas, los trabajos de preparación y planificación de grandes intervenciones?	0	5		10	15
5	¿Tienen Uds. Métodos formalizados para hacer las reparaciones o pruebas de equipos?	0	10		20	30
6	¿Guardan Uds. las unidades en almacén hacen prepara kits (piezas, herramientas) antes de sus intervenciones?	0	10		20	30
7	¿Está el conjunto de la documentación debidamente clasificada y fácilmente accesible?	0	5		10	20
8	¿Tienen sistemas de priorización de actividades, con base en su criticidad, repercusiones secundarias, etc.?	0				20
SUBTOTAL						
PORCENTAJE OBTENIDO						

- **GESTIÓN DE LA CARGA DE TRABAJO**

Nº	ASPECTOS A CONSIDERAR	PUNTAJE				
		NO	MAS BIEN NO	NI SI NI NO	MAS BIEN SI	SI
1	¿Tienen Uds. un programa establecido de mantenimiento preventivo?	0	10		25	40
2	¿Disponen Uds. de fichas (o check-lists) escritas de mantenimiento periódico?	0	5		10	20
3	¿Existe algún responsable del conjunto de las acciones de mantenimiento preventivo (en términos de control o actualización)?	0				10
4	¿Tienen los usuarios (u operadores) de los equipos responsabilidades en materia de reglaje o ajuste y mantenimiento de rutina?	0	5		15	20
5	¿Tienen Uds. un sistema de registro de las solicitudes de trabajo para mantenimientos (preventivo, correctivo)?	0	10		25	30
6	¿Hay alguna persona más específicamente responsable de la planificación de los trabajos?	0	5		10	20
7	¿Tienen Uds. Reglas definidas que permitan asignar los trabajos según las prioridades?	0	10		15	30
8	¿Conocen Uds. permanentemente la carga de trabajo y tienen un balance de capacidad en su planta?	0	5		15	20
9	¿Se reúnen periódicamente los encargados para debatir las prioridades, problemas de planeación, personal, etc.?	0	10		20	30
10	¿Disponen Uds. de una planeación semanal o periódica de distribución de trabajos?	0		15		30
11	Cuando un trabajo no puede ser abordado con la celeridad que les exige Producción, ¿tienen un procedimiento para informar de ello y proponer medidas correctivas y preventivas?	0				20
SUBTOTAL						

- **COMPRA Y LOGÍSTICA DE QUIPOS**

Nº	ASPECTOS A CONSIDERAR	PUNTAJE				
		NO	MAS BIEN NO	NI SI NI NO	MAS BIEN SI	SI
1	¿El stock de repuestos está al día, accesible a su personal de forma informatizada y disponible el valor, número de artículos, plazo etc.?	0	10		20	30
2	¿Están definidos los sistemas de repuestos y de lanzamiento de compras por demandas?	0		5		10
3	¿Los procedimientos de aprovisionamiento son rápidos y flexibles?	0				20
4	¿Tienen proveedores concretados que almacenen en sus dependencias los materiales y repuestos para su suministro?	0	5		15	20
5	¿Hay buena cohesión entre el servicio de compras y de mantenimiento para las decisiones de compra y negociación con los proveedores?	0	10		20	30
6	¿Los procedimientos administrativos y operativos para solicitar un repuesto o un traslado son ágiles y amigables?	0	5		15	20
SUBTOTAL						
PORCENTAJE OBTENIDO						

- ORGANIZACIÓN DEL TALLER DE MANTENIMIENTO

Nº	ASPECTOS A CONSIDERAR	PUNTAJE				
		NO	MAS BIEN NO	NI SI NI NO	MAS BIEN SI	SI
1	¿El espacio que tiene asignado su departamento para actividades de oficinas de diseño, oficina de planeación e ingeniería, almacén, etc., es suficiente?	0	10		15	30
2	¿Dispone a pie de obra de las instrucciones operativas y protocolos para ser consultados por sus mandos u operadores?	0	10		30	40
3	¿Se encuentra bien ubicado el almacén de repuestos y herramientas?	0		5		10
4	¿Disponen de suficientes utensilios y medios de manutención y transporte adecuados a sus trabajos preventivos y correctivos?	0	5		15	20
5	¿Las zonas destinadas a materiales útiles, averiados y de envío o recepción exterior están correctamente identificadas y delimitadas?	0		10		20
6	¿Hay algún responsable de la logística, de la custodia de herramientas y útiles de la calibración periódica de ellas?	0		10		20
						SUBTOTAL
						PORCENTAJE OBTENIDO

- **DOCUMENTACIÓN TÉCNICA**

Nº	ASPECTOS A CONSIDERAR	PUNTAJE				
		NO	MAS BIEN NO	NI SI NI NO	MAS BIEN SI	SI
1	¿Disponen Uds. de documentación técnica general suficiente: mecánica de construcción, electricidad, código de entorno, y regulaciones o normativas?	0	5		15	20
2	¿Disponen Uds. de planos de conjunto y los esquemas necesarios?	0	15		30	40
3	¿Están disponibles la instrucciones técnicas de utilización y mantenimiento, así como listas de piezas sueltas para equipos de mayor envergadura?	0	5		15	20
4	¿Son fácilmente obtenibles y utilizables los planos de las instalaciones?	0	10		20	30
5	¿Se ponen al día los planos y los esquemas a medida que se aportan las modificaciones?	0	10		20	30
6	¿Se registran los trabajos de modificación de los equipos y se archivan los expedientes de preparación correspondientes?	0	5		15	20
					SUBTOTAL	
					PORCENTAJE OBTENIDO	

- **PERSONAL Y FORMACIÓN**

Nº	ASPECTOS A CONSIDERAR	PUNTAJE				
		NO	MAS BIEN NO	NI SI NI NO	MAS BIEN SI	SI
1	¿Dirigen y supervisan correctamente los trabajos efectuados por los mandos intermedios y operarios bajo su responsabilidad?	0	10		20	30
2	¿Los mandos intermedios y los operarios están lo suficientemente disponibles? (alargamiento de jornada laboral para terminar un trabajo, trabajar los sábados...)	0	10		20	30
3	¿Consideran Uds. en general que la formación técnica de su personal es satisfactoria?	0	15		35	40
5	¿Sus mandos intermedios aseguran de forma regular el perfeccionamiento del personal en materias técnicas?	0		15		30
6	¿Reciben sus mando intermedios formación en nuevas tecnologías gracias a estancias, visitas a constructores, a exposiciones, etc.?	0		15		30
7	¿Recibe su personal formación en seguridad y prevención de accidentes?	0	5		20	30
SUBTOTAL						
PORCENTAJE OBTENIDO						

- **CONTROL DE LA ACTIVIDAD**

Nº	ASPECTOS A CONSIDERAR	PUNTAJE				
		NO	MAS BIEN NO	NI SI NI NO	MAS BIEN SI	SI
1	¿Disponen de un cuadro de mando integral (CMI) y de un balance continuo preventivo-correctivo que le permita decidir qué acciones acometer y asignar o cambiar prioridades?	0				20
2	¿Se dan informes regulares del control de las horas, los costes de mano de obra y repuestos?	0	15		20	30
3	¿Se controla la eficacia, grado de saturación y tiempos muertos del potencial de mantenimiento?	0	15		30	40
4	¿Disponen Uds. de costes de mantenimiento, equipo por equipo?	0	10		15	20
5	¿Emiten Uds. de forma regular un informe de la actividad de mantenimiento (todos los meses y anualmente)?	0	10		15	20
7	¿Tienen autonomía a la hora de negociar nuevas actividades, mejorar rendimientos, cambiar procesos y periodicidades?	0				20
SUBTOTAL						
PORCENTAJE OBTENIDO						

ANEXO B
CODIFICACIÓN DE EQUIPOS

CODIFICACIÓN DE EQUIPOS FAMAG LTDA.			
ÁREA DE MECÁNIZADO		ÁREA DE ENSAMBLE	
Equipo	Código	Equipo	Código
TORNO PARALELO SLIVEN CU-580M	ME-TP-01	EQUIPO REVESTIDA HOBART 250 "1"	EN-SR-01
TORNO PARALELO GURTZPE	ME-TP-02	EQUIPO REVESTIDA HOBART 250 "3"	EN-SR-02
TORNO PARALELO SLIVEN CU-400	ME-TP-03	EQUIPO REVESTIDA TIGWAVE	EN-SR-03
TORNO PARALELO YANCHENG CY-6240B	ME-TP-04	EQUIPO REVESTIDA CEMONT SV-400	EN-SR-04
TORNO PARALELO YANCHENG CY-6260	ME-TP-05	EQUIPO REVESTIDA MASTER 200	EN-SR-05
CEPILLO LERIA 730	ME-CI-01	EQUIPO SOLDADURA STARWELL REVES	EN-SR-06
FRESADORA HORIZONTAL	ME-FH-01	SOLDADOR DE PUNTO	EN-SP-01
MAQUINA ROSCADORA RIGID	ME-MR-01	EQUIPO PLASMA POWERMAX 1000	EN-EP-01
TALADRO DE COLUMNA	ME-TC-01	EQUIPO PLASMA POWERMAX 30	EN-EP-02
TROQUELADORA GEV AZ-4	ME-TQ-01	EQUIPO PLASMA CUTMASTER 52	EN-EP-03
TALADRO RADIAL VO-50	ME-TR-01	EQUIPO MIG LINCON SP-170T	EN-SM-01
TORNO VERTICAL OM LTDA	ME-TV-01	Equipos soldadura MIG 250	EN-SM-02
ESMERIL	ME-ES-01	Equipos soldadura MIG 250	EN-SM-03
ÁREA DE CORTE Y DOBLEZ		Equipos soldadura MIG 250	EN-SM-04
Equipo	Código	EQUIPO STAR WELL MIG 350	EN-SM-05
SIERRA ELECTRICA SHARK 260	CD-SE-01	EQUIPO STAR WELL MIG 350	EN-SM-06
CIZALLA HIDRAULICA MEBUSA	CD-CH-01	EQUIPO STAR WELL MIG 350	EN-SM-07
CIZALLA HIDRAULICA BAYKAL	CD-CH-02	EQUIPO STAR WELL MIG 350	EN-SM-08
PUNZONADORA CNC	CD-PC-01	EQUIPO SOLDADURA PORTATIL	EN-ST-01
PUNZONADORA GEKA	CD-PU-01	ESMERIL	EN-ES-01
PLEGADORA HIDRAULICA MEBUSA	CD-PH-01	ESMERIL	EN-ES-02
PLEGADORA MECANICA NIAGRA	CD-PM-01	ÁREA DE PINTURA	
SIERRA SIN FIN	CD-SF-01	Equipo	Código
ÁREA COMUN		COMPRESOR DE TORNILLOS	PI-CT-01
Equipo	Código	COMPRESOR DE TORNILLOS ATLAS	PI-CT-02
PUENTE GRUA	AC-PG-01		

ANEXO C
ANÁLISIS DE CRITICIDAD POR ÁREAS DE TRABAJO

ANÁLISIS DE CRITICIDAD EN EL ÁREA DE MECANIZADO								
EQUIPO	CÓDIGO	FF	IO	FO	CM	SHA	C	Total
TALADRO RADIAL VO-50	ME-TR-01	3	10	4	2	5	47	141
FRESADORA HORIZONTAL	ME-FH-01	2	7	2	2	5	21	42
TORNO PARALELO SLIVEN CU-580M	ME-TP-01	3	5	1	1	3	9	27
TROQUELADORA GEV AZ-4	ME-TQ-01	2	7	2	2	3	19	38
CEPILLO LERIA 730	ME-CI-01	2	7	2	1	3	18	36
TORNO PARALELO GURTZPE	ME-TP-02	2	7	2	1	3	18	36
TORNO VERTICAL OM LTDA	ME-TV-01	2	5	2	2	3	15	30
TALADRO DE COLUMNA	ME-TC-01	2	3	2	2	3	11	22
TORNO PARALELO SLIVEN CU-400	ME-TP-03	2	5	1	1	3	9	18
TORNO PARALELO YANCHENG CY-6240B	ME-TP-04	2	5	1	1	3	9	18
TORNO PARALELO YANCHENG CY-6260	ME-TP-05	2	5	1	1	3	9	18
ESMERIL	ME-ES-01	1	5	1	1	1	7	7



ANÁLISIS DE CRITICIDAD EN EL ÁREA DE ENSAMBLE								
EQUIPO	CÓDIGO	FF	IO	FO	CM	SHA	C	Total
EQUIPO REVESTIDA HOBART 250 "1"	EN-SR-01	2	7	1	1	6	14	28
EQUIPO REVESTIDA HOBART 250 "3"	EN-SR-02	1	7	1	1	6	14	14
EQUIPO REVESTIDA TIGWAVE	EN-SR-03	1	7	1	1	6	14	14
EQUIPO REVESTIDA CEMONT SV-400	EN-SR-04	2	7	1	1	6	14	28
EQUIPO REVESTIDA MASTER 200	EN-SR-05	1	7	1	1	6	14	14
EQUIPO SOLDADURA STARWELL REVESTIDA	EN-SR-06	2	7	1	1	6	14	28
SOLDADOR DE PUNTO	EN-SP-01	1	7	4	1	6	35	35
EQUIPO PLASMA POWERMAX 1000	EN-EP-01	2	5	1	1	6	12	24
EQUIPO PLASMA POWERMAX 30	EN-EP-02	2	5	1	1	6	12	24
EQUIPO PLASMA CUTMASTER 52	EN-EP-03	1	5	1	1	6	12	12
EQUIPO MIG LINCON SP-170T	EN-SM-01	2	7	1	1	6	14	28
Equipos soldadura MIG 250	EN-SM-02	2	7	1	1	6	14	28
Equipos soldadura MIG 250	EN-SM-03	2	7	1	1	6	14	28
Equipos soldadura MIG 250	EN-SM-04	2	7	1	1	6	14	28
EQUIPO STAR WELL MIG 350	EN-SM-05	2	7	1	1	6	14	28
EQUIPO STAR WELL MIG 350	EN-SM-06	2	7	1	1	6	14	28
EQUIPO STAR WELL MIG 350	EN-SM-07	2	3	1	1	6	10	20
EQUIPO STAR WELL MIG 350	EN-SM-08	2	3	1	1	6	10	20
EQUIPO SOLDADURA PORTATIL	EN-ST-01	1	5	4	1	3	24	24
ESMERIL	EN-ES-01	1	3	1	1	1	5	5
ESMERIL	EN-ES-02	1	3	1	1	1	5	5

ANÁLISIS DE CRITICIDAD EN EL ÁREA DE CORTE Y DOBLEZ								
EQUIPO	CÓDIGO	FF	IO	FO	CM	SHA	C	Total
PUNZONADORA CNC	CD-PC-01	2	5	4	2	6	28	56
PLEGADORA HIDRAULICA MEBUSA	CD-PH-01	2	7	2	2	6	22	44
PLEGADORA MECANICA NIAGRA	CD-PM-01	2	7	2	1	6	21	42
CIZALLA HIDRAULICA MEBUSA	CD-CH-01	2	7	2	2	6	22	44
SIERRA ELECTRICA SHARK 260	CD-SE-01	2	7	2	1	3	18	36
PUNZONADORA GEKA	CD-PU-01	2	7	2	1	6	21	42
CIZALLA HIDRAULICA BAYKAL	CD-CH-02	2	7	2	2	6	22	44
SIERRA SIN FIN	CD-SF-01	1	7	2	1	3	18	18


ANÁLISIS DE CRITICIDAD EN EL ÁREA DE MECANIZADO								
EQUIPO	CÓDIGO	FF	IO	FO	CM	SHA	C	Total
COMPRESOR DE TORNILLOS	PI-CT-01	2	5	4	1	3	24	48
COMPRESOR DE TORNILLOS ATLAS	PI-CT-02	3	7	4	1	3	32	96

ANÁLISIS DE CRITICIDAD EN EL ÁREA DE MECANIZADO								
EQUIPO	CÓDIGO	FF	IO	FO	CM	SHA	C	Total
Puente grua	AC-PG-01	4	10	4	1	8	49	196

ANEXO D
FICHAS TÉCNICAS

		FICHA TÉCNICA EQUIPOS FAMAG LTDA.					
DATOS DEL EQUIPO							
Equipo	Taladro Radial			Código	ME-TR-01		
Modelo	VO-50			Dimensiones	1120X3100X3336 (mm)		
Serie	2123						
Fabricante	MAS			Año de compra			
Peso	4550 Kg			Proveedor			
SISTEMAS							
Eléctrico	si	Voltaje [V]	220	Corriente [A]		Frecuencia [Hz] 60	
Hidráulico		Tipo	Bomba de engranajes				
Lubricación		Tipo					
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS							
Diam. Máx de taladro en Acero		50 mm	Recorrido vertical del brazo		875 mm		
Diam. Máx de taladro en Fundición		60 mm	Recorrido horizontal del carro		1280mm		
Cono del husillo		Morse N° 5	Giro del brazo		180°		
Distancia del eje del husillo a la sup. De la guía		320-1600 mm	RPM del husillo		25-2500 rpm		
Distancia del husillo a la base de la maquina		1505-1800 mm	Carrera del husillo		310		
MOTORES							
No	FUNCIÓN		KW	VOLT	AMP	RPM HZ	
1	Motor principal		4	220		60	
2	Motor husillo		2,8	220		60	
CONDICIONES GENERALES							
Actividad				Criticidad	Crítico		
Años de Servicio	N.E			Situación Actual	Activo		
				Observaciones			

		FICHA TÉCNICA EQUIPOS FAMAG LTDA.					
DATOS DEL EQUIPO							
Equipo	COMPRESOR ATLAS		Código	PI-CT-02			
Modelo	GX11		Dimensiones	1935x590x1463 mm			
Serie	All165013		Largo,Ancho,Alto.				
Fabricante	ATLAS		Año de compra	N.E			
Peso	257 Kg		Proveedor	N.E			
SISTEMAS							
Eléctrico	si	Voltaje [V]	220	Corriente [A]		Frecuencia [Hz]	60
Refrigeración	si	Tipo	Por aire				
Lubricación	si	Tipo	Carter humedo				
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS							
Presión de trabajo	7,4-12,5 bar		Nivel sonoro	60 dB			
Capacidad	20-27,8 L/h		Purgador de agua	Electrónico			
MOTORES							
No	FUNCIÓN	KW	VOLT	AMP	RPM	HZ	
1	Motor principal	11	220			60	
CONDICIONES GENERALES							
Actividad	Aire comprimido varios servicios		Criticidad	C			
Años de Servicio	N.E		Situación Actual	Activo			
Observaciones							
							

		FICHA TÉCNICA EQUIPOS FAMAG LTDA.					
DATOS DEL EQUIPO							
Equipo	PUENTE GRÚA		Código	AC-PG-01			
Modelo	HS		Dimensiones	10000x4000x5000 mm			
Serie	N.E		Largo,Ancho,Alto.				
Fabricante	VITAL		Año de compra	N.E			
Peso	4000 Kg		Proveedor	N.E			
SISTEMAS							
Eléctrico	Si	Voltaje [V]	220	Corriente [A]	Frecuencia [Hz]	60	
Refrigeración	No	Tipo	Por aire				
Lubricación	Si	Tipo	Motoreductores				
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS							
Capacidad de carga	10 Ton.		Tablero de control	Radiocontrol			
Sistema de movimiento Transversal	Rieles		Purgador de agua	Electrónico			
MOTORES							
No	FUNCIÓN	KW	VOLT	AMP	RPM	HZ	
1	Motor principal		220			60	
2	Motorreductores		220			60	
CONDICIONES GENERALES							
Actividad	Carga y descarga de piezas		Criticidad	C			
Años de Servicio	N.E		Situación Actual	Activo			
			Observaciones				

DATOS DEL EQUIPO

Equipo	CIZALLA HIDRAULICA	Código	CD-SE-01
Modelo	CGH3106C	Dimensiones Largo, Ancho,Alto	3910X1800X1500
Serie	CGH3106C		
Fabricante	MEBUSA	Año de compra	N.E
Peso	3500 Kg	Proveedor	N.E

SISTEMAS

Eléctrico	si	Voltaje [V]	220 V	Corriente [A]		Frecuencia [Hz]	60
Hidráulico	si	Tipo	Bomba de engranajes para sistema de lubricación.				
Lubricación		Tipo					

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Longitud de corte	3100 mm	Espesor de Chapa máx.	6mm para 45 Kg/mm ²
Cambio de ángulo	(0,25°- 1,5°)	Parada de emergencia	si
Potencia de corte	8 Ton.		

MOTORES

No	FUNCIÓN	KW	VOLT	AMP	RPM	HZ
1	Motor eléctrico	5,2	220			60

CONDICIONES GENERALES

Actividad	Torneado y roscado de piezas	Criticidad	MC
Años de Servicio	N.E	Situación Actual	Activo


Observaciones



FICHA TÉCNICA EQUIPOS FAMAG LTDA.

DATOS DEL EQUIPO

Equipo	CIZALLA HIDRAULICA	Código	CD-SE-01
Modelo	MGH-3100X10	Dimensiones Largo, Ancho,Alto	3910X1800X1500
Serie	10709		
Fabricante	Baykal	Año de compra	N.E
Peso	5600 Kg	Proveedor	N.E

SISTEMAS

Eléctrico	si	Voltaje [V]	220 V	Corriente [A]		Frecuencia [Hz]	60
Hidráulico	si	Tipo	Bomba de engranajes para sistema de lubricación.				
Lubricación		Tipo					

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Longitud de corte	3060 mm	Espesor de Chapa máx.	6mm para 45 Kg/mm ²
Cambio de angulo	(0,2°- 1,2°)	Parada de emergencia	si
Potencia de corte	10 Ton		

MOTORES

No	FUNCIÓN	KW	VOLT	AMP	RPM	HZ
1	Motor eléctrico	11	220			60

CONDICIONES GENERALES

Actividad	Torneado y roscado de piezas	Criticidad	MC
Años de Servicio	N.E	Situación Actual	Activo



Observaciones



FICHA TÉCNICA EQUIPOS FAMAG LTDA.

DATOS DEL EQUIPO

Equipo	PUNZONADORA CNC	Código	CD-PC-01
Modelo	TRUMATIC TC2000-R	Dimensiones	5700x4100x2070 mm
Serie	CGH3106C	Largo, Ancho,Alto	
Fabricante	TRUMPF	Año de compra	N.E
Peso	9200 Kg	Proveedor	N.E

SISTEMAS

Eléctrico	si	Voltaje [V]	220 V	Corriente [A]		Frecuencia [Hz]	60
Hidráulico	SI	Tipo	Bomba de engranajes				
Refrigeración	SI	Tipo	Bomba de diafragma				
Lubricación	SI	Tipo	Bomba con sistema de pulverización				

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Longitudes de trabajo (X,Y)	1270x1270 mm	Espesor de Chapa máx.	6,4 mm
Peso máx. de la pieza de trabajo	75 Kg	Tonelaje de punzonado	180 KN
Velocidad en el eje X	90m/min	Tasa de golpes de punzonado	900 por min.
Velocidad en el eje Y	60m/min	Tasa de golpes de marcado	2200 por minuto
Velocidad simultanea (X,Y)	108m/min	Herramientas en el magazin	9 herramientas
Rotación del eje C	3 rotaciones/segundo	Sistema operativo	Top 300 BOSCH

MOTORES

No	FUNCIÓN	KW	VOLT	AMP	RPM	HZ
1	Motor principal					
2	Motor hidráulico					
3	Servomotores					

CONDICIONES GENERALES

Actividad	Punzonado de piezas	Criticidad	MC
Años de Servicio	8	Situación Actual	Activo



Observaciones



FICHA TÉCNICA EQUIPOS FAMAG LTDA.

DATOS DEL EQUIPO

Equipo	PLEGADORA HIDRAULICA	Código	CD-CH-01
Modelo	PH-123	Dimensiones	3050X1750X1500 mm
Serie	N.E	Largo, Ancho,Alto	
Fabricante	MEBUSA	Año de compra	N.E
Peso	6200 Kg	Proveedor	N.E

SISTEMAS

Eléctrico	si	Voltaje [V]	220 V	Corriente [A]		Frecuencia [Hz]	60
Hidráulico	si	Tipo	Bomba de engranaje.				
Lubricación		Tipo					

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Longitud de corte	3150 mm	Distancia entre montajes	2600 mm
Potencia de plegado	120 ton.	Topes	Trasero motorizado
Velocidad de aproximación	38 mm/sg	Velocidad de retroceso	70 mm/sg
Velocidad de trabajo	7 mm/sg	Carrera se cilindro	100 mm

MOTORES

No	FUNCIÓN	KW	VOLT	AMP	RPM	HZ
1	Motor Principal	12,5 cv	220			60

CONDICIONES GENERALES

Actividad	Plegado de iezas	Criticidad	MC
Años de Servicio	N.E	Situación Actual	Activo



Observaciones



FICHA TÉCNICA EQUIPOS FAMAG LTDA.

DATOS DEL EQUIPO

Equipo	Torno paralelo	Código	ME-TP-01
Modelo	CU-580M	Dimensiones	Longitud:3600 Ancho:1250 altura:1400 (mm)
Serie	21175		
Fabricante	SLIVEN	Año de compra	N.E
Peso	3010 Kg	Proveedor	N.E

SISTEMAS

Eléctrico	si	Voltaje [V]	220 V	Corriente [A]		Frecuencia [Hz]	60
Hidráulico	si	Tipo	Bomba de engranajes para sistema de lubricación.				
Refrigeración	si	Tipo	Líquido de enfriamiento por electroválvula				
Lubricación	si	Tipo	Bomba de engranajes				

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Distancia entre Puntas	2000 mm	Velocidad longitudinal	3800 mm/min
Diam. Máx. sobre bancada	580 mm	velocidad transversal	1900 mm/min
Diam. Máx. en el escote	780 mm	Número de avances	120
Diam. Máx. sobre el carro	380 mm	Numero de roscas	64
Cono interior del contrapunto	Morse N° 5	Gama de roscas	métricas: 0,5-120 mm
Altura de puntas	290mm	Diámetro del husillo	

MOTORES

No	FUNCIÓN	KW	VOLT	AMP	RPM	HZ
1	Motor principal	7,5	220		1400	60
2	Motor de marcha rápida	0,55	220		2750	60
3	Bomba de enfriamiento	0,18	220		2750	60

CONDICIONES GENERALES

Actividad	Torneado y roscado de piezas	Criticidad	MC
Años de Servicio	N.E	Situación Actual	Activo



Observaciones



FICHA TÉCNICA EQUIPOS FAMAG LTDA.

DATOS DEL EQUIPO

Equipo	Fresadora Horizontal	Código	ME-FH-01
Modelo	X-6125A	Dimensiones Largo,Ancho,Alto	1695x1535x1630 mm
Serie	33054		
Fabricante	SANMING	Año de compra	N.E
Marca	3000 Kg	Proveedor	N.E

SISTEMAS

Eléctrico	si	Voltaje [V]	220	Corriente [A]		Frecuencia [Hz]	60
Hidráulico	si	Tipo					
Lubricación	si	Tipo					

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

HUSILLO

# de PASOS del husillo	12	Rango de velocidad husillo	35-1600 rpm
-------------------------------	----	-----------------------------------	-------------

MESAS

	Entre puntas	# de velocidades	Rango de revoluciones
Desplazamiento horizontal	660 mm	12	12-720 rpm
Desplazamiento transversal	235 mm	12	12-720 rpm
Desplazamiento vertical	400mm	4	4-240 rpm

MOTORES

No	FUNCIÓN	KW	VOLT	AMP	RPM	HZ
1	Motor principal	4	220			60
2	Bomba refrigerante	0,04	220			60
3	mecanismo de avance	0,75	220			60

CONDICIONES GENERALES

Actividad	funcion para todo tipo de fresado	Criticidad	MC
Años de Servicio	N.E	Situación Actual	Activo

Observaciones





FICHA TÉCNICA EQUIPOS FAMAG LTDA.

DATOS DEL EQUIPO

Equipo	Cepillo de codo	Código	ME-CI-01
Modelo	730	Dimensiones	2600x1600x1600 mm
Serie	N.E		
Fabricante	LERIA	Año de compra	
Marca	2700 Kg	Proveedor	

SISTEMAS

Eléctrico	SI	Voltaje [V]	220	Corriente [A]		Frecuencia [Hz]	60
Hidráulico	SI	Tipo					
Refrigeración		Tipo					
Lubricación	SI	Tipo					

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Carrera nominal de la maquina	730 mm	Tamaño de la mesa	730x400x400 mm
Carrera máxima del ariete	750 mm	Numero de avances en el portaherramienta	2
Carrera mínima del ariete	0 mm	Velocidad de corte	6 mm/s
Desplazamiento transversal de la mesa	730 mm	No. de velocidades transversales	4
Desplazamiento vertical de la mesa	310 mm	No. de velocidades verticales	4
Dist. Mín. entre la mesa y el p.herramienta	100 mm	Altura máx. de la pieza a trabajar	430 mm

MOTORES

No	FUNCIÓN	KW	VOLT	AMP	RPM	HZ
1	Motor principal	4,1	220			60
2	motor de avnce rapido	0,75	220			60

CONDICIONES GENERALES

Actividad	Terminados de piezas	Criticidad	NC
Años de Servicio	N.E	Situación Actual	Activo



Observaciones



FICHA TÉCNICA EQUIPOS FAMAG LTDA.

DATOS DEL EQUIPO

Equipo	Torno paralelo	Código	ME-TP-03
Modelo	CY-6240B	Dimensiones	Longitud:2420 Ancho:1150 altura:1650 (mm)
Serie	39102329		
Fabricante	YANCHENG	Año de compra	N.E
Peso	1560 Kg	Proveedor	N.E

SISTEMAS

Eléctrico	si	Voltaje [V]	220 V	Corriente [A]		Frecuencia [Hz]	60
Hidráulico	si	Tipo	Bomba de engranajes para sistema de lubricación.				
Refrigeración	si	Tipo	Líquido de enfriamiento por electroválvula				
Lubricación	si	Tipo	Bomba de engranajes				

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Distancia entre Puntas	1000 mm	Velocidad longitudinal	5000 mm/min
Diam. Máx. sobre bancada	400 mm	velocidad transversal	2500 mm/min
Diam. Máx. en el escote	530 mm	Número de avances	120
Diam. Máx. sobre el carro	225 mm	Numero de roscas	66
Cono interior del contrapunto	Morse N° 5	Gama de roscas	métricas: 0,5-28mm
Altura de puntas	210 mm	Diametro del husillo	70 mm

MOTORES

No	FUNCIÓN	KW	VOLT	AMP	RPM	HZ
1	Motor principal	7,5	220		1450	60
2	Motor de marcha rapida	0,12	220		2750	60
3	Bomba de enfriamiento	0,125	220		2750	60

CONDICIONES GENERALES

Actividad	Torneado y roscado de piezas	Criticidad	N.C
Años de Servicio	N.E	Situación Actual	Activo



Observaciones



FAMAG LTDA.

CALENDARIO ANUAL DE MANTENIMIENTO				
EQUIPO:	COMPRESOR DE TORNILLOS		FECHA:	
MARCA:	COPCO ATLAS	MODELO	GX-11	CÓDIGO:
				AC-PG-01

N°	ACTIVIDAD	SEMANA																																																									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52						
Lubricación de la Máquina																																																											
1	Inspeccionar niveles de aceite	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D							
2	Purgar el condensado	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D						
3	Reemplazar filtro de aceite																																																										
4	Cambiar aceite																																																										
Sistema Mecánico																																																											
7	Inspección de vibraciones y anomalías del equipo	M			M				M				M				M				M				M				M				M				M				M				M				M										
8	Inspeccione el refrigerador de aceite																																																										
9	Inspeccione el refrigerador de aire																																																										
10	Probar funcionamiento de termostato																																																										
11	Compruebe y ajuste tensión en las correas																																																										
12	Probar valvula de seguridad																																																										
11	Inspeccione colector de condensado																																																										
12	Reaprite de tuercas y tornillos																																																										
Sistema Eléctrico																																																											
13	Revisión de señales (Voltaje corriente, derivación)	M			M				M				M				M				M				M				M				M				M				M				M				M				M						
14	Chequeo de contactores y mandos																																																										
15	Reparar conexiones eléctricas																																																										
16	Revisar y limpiar motor eléctrico																																																										
Limpeza de la Máquina																																																											
17	Limpeza de la maquina	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S			
18	Limpeza del deposito de aceite																																																										
19	Pintura general de la maquina																																																										



FAMAG LTDA.

CALENDARIO ANUAL DE MANTENIMIENTO

EQUIPO:	TALADRO RADIAL			FECHA:	
MARCA:	MAS	MODELO	VO-50	CÓDIGO:	ME-TR-01

N°	ACTIVIDAD	SEMANA																																																										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52							
Lubricación de la Máquina																																																												
1	Inspeccionar niveles de aceite	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D								
2	Lubricar las superficies guías del brazo	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D							
3	Lubricar tuerca del tornillo de elevación del brazo	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S								
4	Lubricar superficies guías horizontales del brazo	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S								
5	Lubricar Tuerca del programador de profundidad	M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M										
6	Lubricar husillo-funda	M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M										
7	Engrasar arbol																																																											
8	Lubricar engranajes																																																											
9	Engrasar piñones																																																											
10	Cambio de aceite																																																											
11	Aplicar grasa a los cojinetes del husillo																																																											
Sistema Mecánico																																																												
12	Verificar ruidos y anomalías del equipo	M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M							
13	Revisar embrague																																																											
14	Reajustar brazo sujetador				T																																																							
15	Revisar Bomba de lubricación				T																																																							
16	Inspeccionar engranajes																																																											
17	Cambiar anillo retenedor																																																											
Sistema Eléctrico																																																												
18	Revisión de señales (Voltaje corriente, derivación)	M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M							
19	Chequeo de contactores y mandos																																																											
20	Reparar conexiones eléctricas																																																											
21	Revisar y limpiar motor eléctrico																																																											
Limpieza de la Máquina																																																												
22	Limpieza de la maquina (brocha y/o tela)	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D				
23	Limpia filtros de aceite	M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M							
24	Pintura general de la maquina																																																											



FAMAG LTDA.

CALENDARIO ANUAL DE MANTENIMIENTO

EQUIPO:	SIERRA ELÉCTRICA			FECHA:	
MARCA:	SHARK	MODELO	260	CÓDIGO:	CD-SE-01

N°	ACTIVIDAD	SEMANA																																																						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52			
Lubricación de la Máquina																																																								
1	Lubricar cinta 2 veces/día	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D				
2	lubricar bolero de polea	M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M						
3	Lubricar rodamientos de motor	St																																																						
Sistema Mecánico																																																								
	verificar y ajustar tensión de la cinta																																																							
5	Inspección de vibraciones y anomalías del equipo	M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M						
6	Verificar dientes de la cinta	M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M						
10	Reapriete de tuercas y tornillos																																																							
Sistema Eléctrico																																																								
11	Revisión de señales (Voltaje corriente, derivación)	M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M						
12	Chequeo de contactores y mandos																																																							
13	Reparar conexiones eléctricas																																																							
14	Revisar y limpiar motor eléctrico																																																							
Limpieza de la Máquina																																																								
15	Limpieza externa del equipo	M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M						
17	Limpiar y revisar guías de cinta	M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			
18	Pintura general de la maquina				A																																																			



FAMAG LTDA.

CALENDARIO ANUAL DE MANTENIMIENTO

EQUIPO:	PUNZONADORA			FECHA:	
MARCA:	GEKA	MODELO	HYD-70	CÓDIGO:	CD-01-PU

N°	ACTIVIDAD	SEMANA																																																						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52			
Lubricación de la Máquina																																																								
1	Inspeccionar niveles de aceite	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D			
2	Engrasar cuchillas	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D		
3	Engrasar punzones	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D		
4	Engrasar y lubrica toda la maquina	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S		
5	Lubricar freno y embrague	M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M						
6	Cambio aceite y filtros																																																							
Sistema Mecánico e Hidráulico																																																								
7	Inspección de vibraciones y anomalías del equipo	M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M						
8	Revisar y ajustar estado del pedal	M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M						
9	Revisar y ajustar el freno	M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M						
10	Revisar fugas o manqeras dañadas	M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M						
11	Revisar estado de cilindros																																																							
12	Reaprite de tuercas y tornillos																																																							
Sistema Eléctrico																																																								
13	Revisión de señales (Voltaje corriente, derivación)	M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M						
14	Chequeo de contactores y mandos																																																							
15	Reparar conexiones eléctricas																																																							
16	Revisar y limpiar motor eléctrico																																																							
Limpieza de la Máquina																																																								
17	Limpieza de la maquina (brocha y/o tela)	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D		
18	Limpieza del deposito de aceite																																																							
19	Pintura general de la maquina																																																							

