



SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR
DIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA

TRABAJO PROFESIONAL

COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

QUE PRESENTA A:

JORGE LUIS RUIZ CRUZ

CON EL TEMA:

Diseño de un programa de mantenimiento para la empresa Harinera de Chiapas, S.A. de C.V. aplicando el pilar de mantenimiento planeado de la filosofía del TPM

MEDIANTE:

OPCION

(TITULACION INTEGRAL)

TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS

SEPTIEMBRE 2013

SEP

SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



Subsecretaría de Educación Superior
Dirección General de Educación Superior Tecnológica
Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez

"2013, Año de la Lealtad Institucional y Centenario del Ejército Mexicano"

DIRECCIÓN
SUBDIRECCIÓN ACADÉMICA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. **07 DE MAYO 2013**

OFICIO DEP-CT-78-2013

C. JORGE LUIS RUÍZ CRUZ

PASANTES DE LA CARRERA DE **INGENIERÍA INDUSTRIAL**
EGRESADO DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ.
P R E S E N T E.

Habiendo recibido la liberación del informe técnico del proyecto denominado:

**"DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA LA EMPRESA HARINERA DE CHIAPAS,
S.A. DE C.V. APLICANDO EL PILAR DE MANTENIMIENTO PLANEADO DE LA FILOSOFIA DEL TPM."**

Y en cumplimiento con los requisitos normativos para obtener el Título Profesional, comunico a Usted que se **AUTORIZA** la impresión del Trabajo Profesional.

Sin otro particular quedo de usted reiterándole mis más finas atenciones.

ATENTAMENTE

"CIENCIA Y TECNOLOGÍA CON SENTIDO HUMANO"

M.I. APOLINAR PÉREZ LÓPEZ

JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES.

C.c.p.- Departamento de Servicios Escolares

C.c.p.- Expediente

M'APL/l'eeam

1



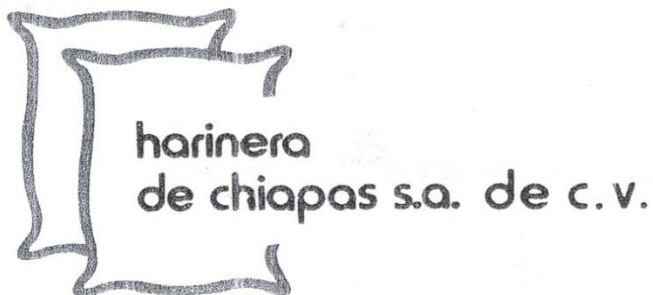
Secretaría de Educ. Pública
Instituto Tecnológico
de Tuxtla Gutiérrez
Div. de Est. Profesionales



Carretera Panamericana Km. 1080, C.P. 29050, Apartado Postal 599
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas; Tels. (961) 61 54285, 61 50461
www.ittg.edu.mx



ISSOC 247
Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas



**CONSTANCIA DE LIBERACIÓN
DE RESIDENCIA PROFESIONAL**

Arriaga, Chiapas; a 11 Diciembre de 2012

ING. RODRIGO FERRER GONZALEZ
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA Y VINCULACIÓN
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
PRESENTE.

A través de la presente, informo a usted que el C. JORGE LUIS RUIZ CRUZ realizó su RESIDENCIA PROFESIONAL en esta Empresa con el proyecto denominado "Diseño de Programa de Mantenimiento para la Empresa Harinera de Chiapas S.A. de C.V. aplicando el pilar de Mantenimiento planeado de la Filosofía del TPM", durante el período comprendido del 09 de Julio al 07 de Diciembre de 2012 con una duración total de 640 horas, acatando fechas, horarios marcados y políticas de la Empresa.

Periodo durante el cual mostró buena conducta así como deseos de aprender y poner en práctica los conocimientos adquiridos en esa digna Institución, así también le reitero la completa disposición de HARINERA DE CHIAPAS S.A. DE C.V. de recibir a Jóvenes entusiastas que deseen desarrollar sus diversos proyectos de trabajo profesional.

Sin más que decirle reciba un cordial saludo y le doy las gracias por tomar en cuenta a esta Empresa para formar Profesionistas.

ATENTAMENTE


ING. PAUL PINEDA DE LOS SANTOS
JEFE DE MANTENIMIENTO ELECTRICO



Central Poniente Norte S/N.
C.P. 30450

Tels. 66 201-40, 66 201-98
Arriaga, Chiapas.
E-mail:hrnra@prodigy.net.mx

Fax. 66 207-67
VENTAS 66 221-69, 66 221-70

Resumen

El presente proyecto se realizó por la necesidad de un programa formal de mantenimiento en la empresa Harinera de Chiapas S.A. de C.V., ubicada en la ciudad de Arriaga, Chiapas; éste lleva por nombre: Propuesta del programa de mantenimiento para la empresa Harinera de Chiapas, S.A. de C.V. aplicando el pilar de mantenimiento planeado de la filosofía del TPM.

El proyecto se enfoca en el pilar del mantenimiento planeado de la filosofía del TPM, cuya finalidad es eliminar las averías y los defectos que conducen a pérdidas de producción, paradas innecesarias y despilfarro del valioso potencial humano y económico.

El documento consta de 6 capítulos que explican detalladamente la razón de este proyecto; la historia de la empresa y sus productos; el diagnóstico aplicado y los resultados obtenidos.

El modelo empleado para el programa de mantenimiento se basa en la metodología planteada por Luis Cuatrecasas en su libro TPM, y consta de 6 etapas. Este modelo nos permitirá elaborar bases de datos históricos sobre averías en la empresa, realización de formatos para la detección de averías, obtención de cálculos de confiabilidad de los trabajadores y equipos, sobre todo la restauración de equipos y el entorno de trabajo.

Permitiendo la obtención de un programa de mantenimiento para cada uno de los equipos de la empresa. Logrando con esto la disminución de paros, aumentos en eficiencia y ahorros en reparaciones innecesarias.

Índice

Introducción	1
Capítulo 1. Caracterización del proyecto	
1.1. Antecedentes	4
1.2. Definición del problema	4
1.3. Objetivo general	5
1.4. Objetivos específicos	5
1.5. Justificación	5
1.6. Delimitación	6
Capítulo 2. Aspectos generales de la empresa	
2.1. Razón social	8
2.2. Antecedentes	8
2.3. Ubicación de la planta	9
2.4. Misión	10
2.5. Organigrama del departamento de mantenimiento	10
2.6. Procesos y marcas	11
2.7. Descripción de producto y subproducto	12
Capítulo 3. Fundamento teórico	
3.1. Concepto del TPM	17
3.2. Antecedentes del TPM	18
3.3. Beneficios o ventajas del TPM	20
3.4. Pilares del TPM	21
3.5. Mantenimiento autónomo	21
3.5.1. Objetivos del Mantenimiento Autónomo	22
3.5.2. Habilidades del operario	23
3.5.3. Tarjetas TPM	24

3.6. Mejoras enfocadas	26
3.7. Educación y capacitación	28
3.8. Pilar de Gestión Temprana	29
3.9. Pilar de mantenimiento de la calidad	29
3.10. Pilar TPM oficinas	30
3.11. Pilar de Seguridad e Higiene industrial	30
3.12. Mantenimiento planeado	31
3.12.1. Concepto de avería	32
3.12.2. Mantenimiento preventivo	33
3.12.3. Etapas de la implantación	34
3.12.4. Tipos de mantenimiento	47
3.12.5. Tarjetas kanban	49
3.12.6. MTBF Y MTTR	50
3.12.7. Grupo de trabajo	51
3.12.8. Elevador de cangilones	51
3.12.9. Motor reductor	52
3.12.10. Indicadores de desempeño del personal	53
Capítulo 4. Metodología	
4.1. Identificación de los elementos principales del sistema	55
Capítulo 5. Aplicación de la metodología	
5.1. Diagnostico	69
5.2. Restauración	75
5.3. Elaboración del sistema de información	82
5.4. Elaboración de planes de mantenimiento	83
5.5. Programación	85
Capítulo 6. Conclusiones y recomendaciones	
6.1. Conclusiones	93
6.2. Recomendaciones	93



Propuesta del programa de mantenimiento para la empresa Harinera de Chiapas, S.A. de C.V. aplicando el pilar de mantenimiento planeado de la filosofía del TPM.



Fuentes consultadas	95
Anexos	97

Lista de tablas

Tabla 3.1. Características del pilar de mejoras enfocadas	26
Tabla 3.2. Objetivos del mantenimiento planeado	30
Tabla 3.3. Características del mantenimiento planeado	31
Tabla 3.4. Planificación del mantenimiento	41
Tabla 4.1. Maquinaria empleada en la recepción de granos	54
Tabla 4.2. Maquinaria empleada en el área de limpia	55
Tabla 4.3. Maquinaria empleada en el área de molienda	56
Tabla 4.4. Maquinaria empleada en el área de empaque	57
Tabla 4.5. Registro de solicitudes de trabajo	62
Tabla 5.1. Resultado de empleo de formatos de recorrido	68
Tabla 5.2. Datos de elevadores	71
Tabla 5.3. Resultados de operaciones	72
Tabla 5.4. Sistema de información	80

Lista de figuras

Figura 2.1.	Logotipo de la empresa	7
Figura 2.2.	Silos de almacenamiento de granos	8
Figura 2.3.	Ubicación de planta	8
Figura 2.4.	Organigrama del departamento de mantenimiento	9
Figura 2.5.	Presentación de productos terminados	10
Figura 2.6.	Presentación de subproductos	10
Figura 2.7.	Flor de Chiapas	11
Figura 2.8.	Harina de trigo san Cristóbal	11
Figura 2.9.	Harina de trigo monte bello	12
Figura 2.10.	Harina de trigo agua azul	12
Figura 2.11.	Salvado	13
Figura 2.12.	Cemita	13
Figura 2.13.	Salvadillo	14
Figura 3.1.	Pilares TPM	20
Figura 3.2.	Representación de la participación de los operarios	21
Figura 3.3.	Operarios eficientes	23
Figura 3.4.	Las 7 grandes pérdidas	51
Figura 3.7.	Elevador de cangilones	51
Figura 4.1.	Hoja de cálculo de programación	59
Figura 4.2.	Proceso de órdenes de trabajo	60
Figura 4.3.	Formato de solicitud de trabajo	61
Figura 4.4.	Infraestructura de la empresa	64
Figura 4.5.	Recepción de grano	64
Figura 4.6.	Área de molino y limpia	65
Figura 5.1.	Metodología	67

Figura 5.2.	Formato de recorrido	67
Figura 5.3.	Averías detectadas	69
Figura 5.4.	Elevador de cangilones	71
Figura 5.5.	Cubrecadena	74
Figura 5.6.	Restauración de tapas	74
Figura 5.7.	Colocación de colgantes	75
Figura 5.8.	Restauración de infraestructura	75
Figura 5.9.	Fabricación de cubrecadenas	76
Figura 5.10.	Restauración de cernidos	76
Figura 5.11.	Infraestructura	77
Figura 5.12.	Fugas de aceite	77
Figura 5.13.	Falta de limpieza	78
Figura 5.14.	Restauración de maquinaria	78
Figura 5.15.	Reparación de equipos	79
Figura 5.16.	Deterioro de equipos	79
Figura 5.17.	Planes de mantenimiento	81
Figura 5.18.	Menú de programación	83
Figura 5.19.	Programación de recepción de granos	84
Figura 5.20.	Programación del área de limpia	84
Figura 5.21.	Programación del mantenimiento por máquina	85
Figura 5.22.	Máquina área de molienda	86
Figura 5.23.	Horómetro área de molino	86
Figura 5.24.	Colocación del Horómetro de la limpia	87
Figura 5.25.	Ubicación de Horómetro	87
Figura 5.26.	Tarjeta kanban	89

Introducción

Con el presente proyecto se propone la implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) en la empresa Harinera de Chiapas S.A. de C.V., específicamente en el área de producción, donde se busca aumentar la eficiencia y eficacia de la maquinaria.

Este proyecto tiene como finalidad la implementación de la programación del mantenimiento basado en el pilar del mantenimiento planeado, parte esencial del TPM; este pilar tiene relación directa con la disminución de costos, averías en los equipos y tiempos de paros por cuestiones relacionadas con el mantenimiento.

El costo de mantenimiento planeado es mucho menor al mantenimiento correctivo, además ayuda a obtener una producción de mayor calidad sin interrupciones inesperadas, sin retrasos, y con mayor calidad en sus productos.

Para la programación del mantenimiento planeado se desarrollaran 6 capítulos. El primer capítulo menciona los antecedentes, el objetivo general del proyecto y su objetivo general y específicos.

En el segundo capítulo se presentan las características de la empresa desde su razón social hasta su evolución, pasando por sus procesos y organigrama del departamento de mantenimiento.

En el tercer capítulo consta de información bibliográfica que respalda el proyecto en cada uno de sus capítulos.

El cuarto capítulo contiene la metodología realizada en la empresa, es decir, cuál era su situación actual en ese entonces.



Propuesta del programa de mantenimiento para la empresa Harinera de Chiapas, S.A. de C.V. aplicando el pilar de mantenimiento planeado de la filosofía del TPM.



El quinto capítulo encargado de presentarnos la propuesta con cada una de sus etapas de implementación en la empresa, además, encontraremos algunos resultados aplicados en la empresa, como son: la restauración de infraestructura, estética de las máquinas, etc.

Ya por ultimo en el capítulo seis se, mencionan las conclusiones obtenidas del proyecto y las respectivas recomendaciones

Capítulo 1

Características del proyecto

1.1. Antecedentes

La Harinera de Chiapas S.A. de C.V. presenta un deterioro y falta de mantenimiento en un 90% de sus equipos al no contar con un programa de mantenimiento suficiente para cada una de la maquinaria que se encuentra inmersa en los procesos, esto se debe a la máxima prioridad que le dan únicamente al 10% del total de todos sus equipos, el resto únicamente reciben mantenimiento correctivo cuando lo necesitan.

Los equipos no reciben limpieza, inspecciones y mucho menos mantenimiento cada determinado tiempo por parte de los operadores. El entorno de trabajo del operario también presenta deterioro como son la falta de limpieza, grietas y falta de pintura.

Además, la empresa no cuenta con una base de datos que le permita revisar y comparar fechas de las últimas fallas en los equipos. La falta de interés por parte de los directivos al no tomar en cuenta la importancia del mantenimiento está ocasionando el deterioro gradual de cada uno de sus equipos y a su vez una disminución en su capacidad de producción, eficiencia y sobre todo disminución de la calidad de sus productos.

1.2. Definición del problema

La Harinera de Chiapas S.A. de C.V. presenta deficiencia en el área de producción al no contar con un programa formal de mantenimiento para toda su maquinaria, por tal motivo se presenta la siguiente propuesta de implementación del programa de mantenimiento bajo el enfoque de Mantenimiento Planeado en la empresa.

1.3. Objetivo general

Establecer un programa de mantenimiento que permita aumentar la eficiencia y eficacia de los equipos y personal de la harinera de Chiapas, S.A. de C.V.

1.4. Objetivos específicos

- Restaurar el entorno de trabajo del operario
- Disminuir el deterioro en la maquinaria debido a la falta de limpieza, inspección y lubricación.
- Conservar la capacidad de producción de las instalaciones y la maquinaria
- Recuperar la programación del mantenimiento de la maquinaria
- Mantener la programación del mantenimiento de la maquinaria

1.5. Justificación

Actualmente el mantenimiento de los equipos es del tipo correctivo, el deterioro de estos es muy evidente, es por eso que la programación del mantenimiento en la empresa es de vital importancia para la preservación de los equipos y con esto aumentar su eficiencia y la reducción de costos de mantenimiento.

Para la empresa los beneficios se verán reflejados en la disminución de paros por falta de mantenimiento, así como el aumento del tiempo de vida útil de los equipos y sobre todo elevar sus niveles de buen funcionamiento. Acompañado del aumento de la calidad en sus productos y aumento de la eficiencia en sus máquinas.

1.6. Delimitación

El alcance del presente proyecto se extiende en las áreas de limpia y molino (áreas de producción) que comprenden el proyecto TPM dentro de la empresa en el periodo previamente establecido del mes de julio del 2012 al mes de diciembre del mismo año.

Durante el desarrollo del proyecto se observaron las siguientes limitaciones:

- La condición de residente pone barreras de proyección y de propuesta de ideas debido a la “inexperiencia” con la cual son vistos los practicantes.
- Las barreras por parte de los directivos y jefes de la empresa al no querer parar los equipos para llevar acabo el mantenimiento.
- No desarrollar todo el pilar del mantenimiento planeado debido a las altas demandas de producción.
- La resistencia al cambio por parte de los operarios de la planta

Capítulo 2.
Generalidades de la empresa

2.1. Razón social

La empresa tiene participación en el mercado como: harinera de Chiapas S.A. de C.V., para su identificación en el mercado emplea la siguiente imagen comercial.



Figura 2.1. Logotipo de la empresa
(Fuente: Proporcionada por la empresa).

2.2. Antecedentes

Harinera de Chiapas desde 1958 elabora productos de notable calidad gracias a sus estrictos controles de producción y a la estratégica combinación de trigos nacionales e importados. La producción con la que inicio fue de 40 toneladas por día.

En el año de 1970, se modifica su capacidad de producción a 80 toneladas por día. En el año de 1978 se eleva nuevamente su capacidad hasta 120 toneladas. Y posteriormente en el año 2001 a 140 toneladas por día.

En el año de 1988 se instala otra sección de molienda de 120 toneladas por día, siendo actualmente su capacidad total de 260 toneladas por día.

Adicional a la producción de Harinas y Sub-Productos, nuestra empresa cuenta con una infraestructura muy importante en almacenaje.

De inicio se cuenta con una capacidad en almacenaje en bodegas de 5,000 toneladas.

En el año de 1988 se construyen 10 Silos y 4 Intersilos con una capacidad total de 14,000 toneladas, adicionales a las bodegas, lo que proporciona un servicio a terceros para el almacenaje de sus granos, en un lugar muy estratégico por su ubicación en el estado de Chiapas, dicha infraestructura se muestra a continuación en la figura 2.2.

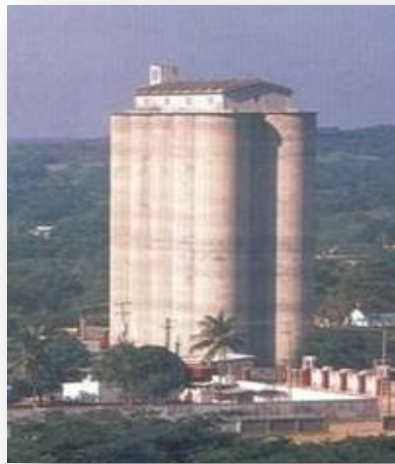


Figura 2.2 Silos de almacenamiento de granos
(Fuente: Elaboración propia).

2.3. Ubicación de la planta

La empresa tiene la siguiente dirección y ubicación como se muestra en la figura 2.3.

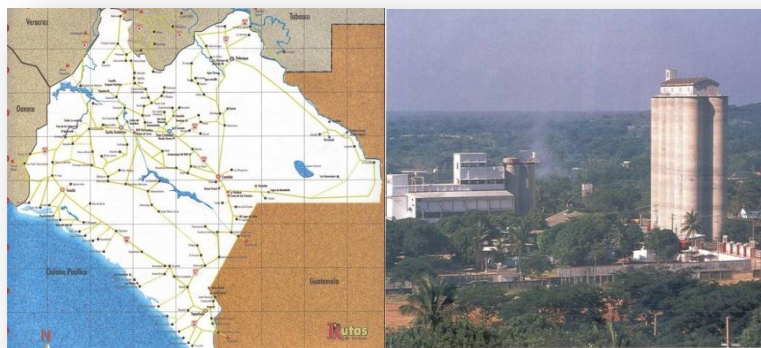


Figura 2.3 Ubicación de la planta
(Fuente: Hachisa).

La planta está ubicada en: Av. Central Poniente Norte S/N en la ciudad de Arriaga, Chiapas, teniendo oficinas instaladas en Tuxtla Gutiérrez. Arriaga es la primera ciudad en la costa chiapaneca, donde confluyen diversas vías de comunicación (carreteras y ferrocarril), posicionando a nuestra empresa en un lugar privilegiado para distribuir sus productos.

Tiene comunicación con el norte y con la costa de Chiapas, hasta llegar a Guatemala; con los litorales de Oaxaca, Guerrero y Veracruz; existiendo proyectos de nuevas carreteras que agilizarán los tiempos de entrega.

2.4. Misión

“Contribuir al desarrollo nutricional social, económico y humano de la región sureste de México y Centroamérica, satisfaciendo las expectativas de las partes interesadas, mediante la elaboración y comercialización con calidad de harina de trigo y sus derivados”.

2.5. Organigrama del departamento de mantenimiento

El organigrama presenta la estructura jerárquica encargada del cuidado, preservación y restauración de la empresa, ver Figura 2.16.

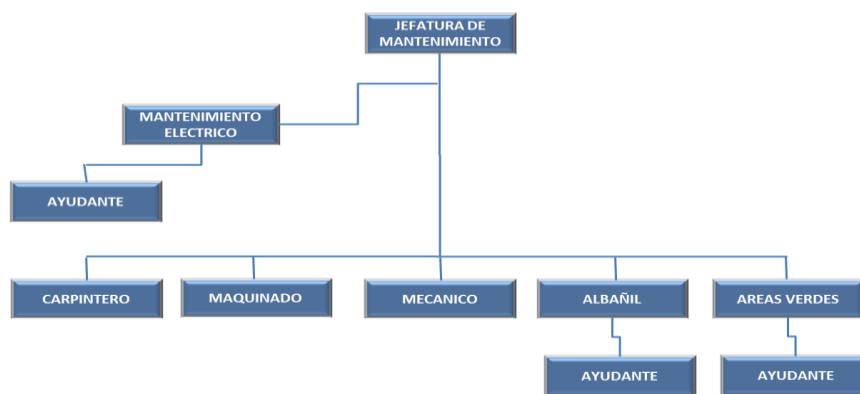


Figura 2.4 Organigrama del departamento de mantenimiento
 (Fuente: Información proporcionada por la empresa).

2.6. Procesos y marcas

Los procesos son rigurosamente controlados por medio de equipos modernos, que les permite estandarizar nuestra calidad, desde la preparación de los granos hasta el empaclado y su distribución.

Las marcas de harina se distinguen por su alta calidad, en la siguiente figura 2.5 se muestran los productos terminados en presentaciones de 10 kg y 44 kg.

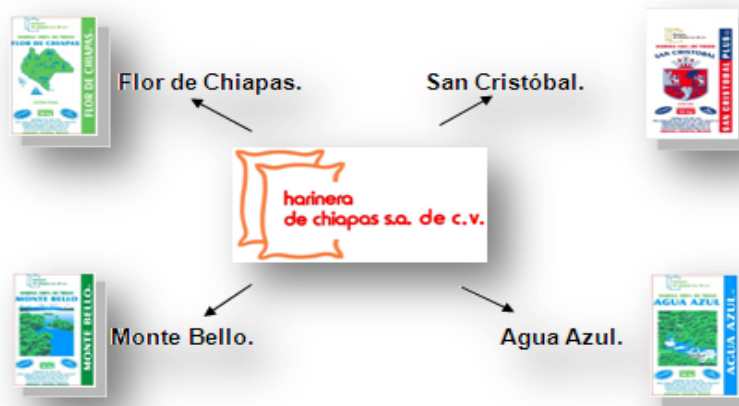


Figura 2.5 Presentación de productos terminados (Fuente: Elaboración propia).

Adicionalmente cuentan con una producción permanente de sub-productos con una presentación de 25 kg. Como se presentan en la Figura 2.6.



Figura 2.6 Presentación del subproducto (Fuente: Información proporcionada por la empresa).

2.7. Descripción de productos y subproducto

Flor de Chiapas: En presentación de 44 Kg, por ser una harina extrafina, es propicia para la elaboración de pan dulce, bollos, biscochos, hojaldres y teleras, para trabajar con equipo mecánico. En presentación de 10 Kg. es propicia para la panadería artesanal, ver Figura 2.7.



Figura 2.7 Harina de trigo Flor de Chiapas
(Fuente: Información proporcionada por la empresa).

San Cristóbal: En presentación de 44 Kg., por ser una harina extrafina con alto contenido en proteína, es propicia para la elaboración de bolillos, teleras, pan de caja y todo tipo de pan dulce, para trabajar con equipo mecánico. En presentación de 10 y 20 Kg. es propicia para la panadería artesanal, ver Figura 2.8.



Figura 2.8 Harina de trigo San Cristóbal
(Fuente: Información proporcionada por la empresa).

Montebello: Es una harina semifuerte, propicia para utilizarse en la elaboración de bizcochería, bollería, pastelería y panadería artesanal. Presentación: 10 y 44 Kg, ver Figura 2.9.

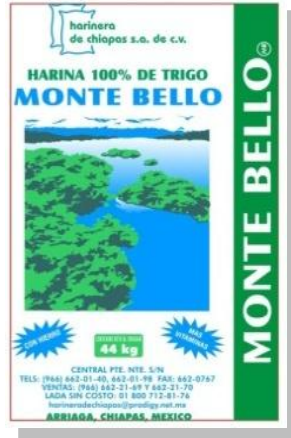


Figura 2.9 Harina de trigo Monte Bello
(Fuente: Información proporcionada por la empresa).

Agua Azul: Es una harina fina y suave, ideal para la elaboración de galletas y tortillas. Presentación: 10 y 44 Kg., ver Figura 2.10.

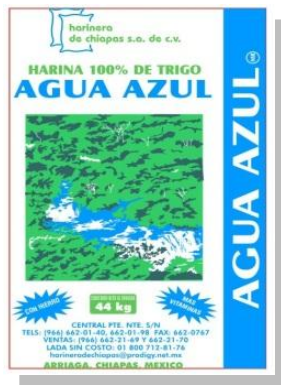


Figura 2.10 Harina de trigo Agua Azul
(Fuente: Información proporcionada por la empresa).

Salvado: Por ser un producto con alto contenido de fibra, es propicio para la elaboración de panes especializados y para fábricas y tiendas de alimentos balanceados. Presentación: 25 Kg, ver Figura 2.11.

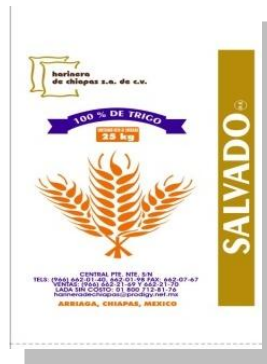


Figura 2.11 Salvado
(Fuente: Información proporcionada por la empresa).

Cemita: Es un producto similar al salvadillo, con granulados mucho más fino. Propicio para la elaboración de panes especializados y alimentos balanceados. Presentación: 30 Kg, ver figura 2.12.



Figura 2.12 Cemita
(Fuente: Información proporcionada por la empresa).

Salvadillo: Es un producto similar al salvado, con un granulado más fino. Utilizado para fábricas y tiendas de alimentos balanceados. Presentación: 25 Kg, ver figura 2.13.

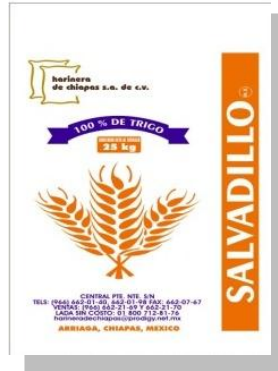


Figura 2.13 Salvadillo
(Fuente: Información proporcionada por la empresa).



Propuesta del programa de mantenimiento para la empresa Harinera de Chiapas, S.A. de C.V. aplicando el pilar de mantenimiento planeado de la filosofía del TPM.



Capítulo 3

Fundamento teórico

3.1. Concepto de TPM

El TPM o Mantenimiento Productivo Total, es un sistema corporativo que busca llevar al máximo la eficiencia de todo el sistema productivo, estableciendo los métodos necesarios que ayuden a prevenir las pérdidas en todas las operaciones de la empresa

Según Albert Raymond y asociados, dicho por Newbrough y otros (1982). La función principal del mantenimiento es maximizar la disponibilidad que se requiere para la producción de bienes y servicios, al preservar el valor de las instalaciones, para minimizar el deterioro de los equipos, lo cual se debe lograr con el menor costo posible y a largo plazo

TPM es:

- La búsqueda exhaustiva de la eficiencia en el sistema de producción con el propósito de lograr una constitución empresarial sana.
- Construyendo un sistema de prevención de todas las pérdidas para lograr cero accidentes, cero defectos, cero averías en el ciclo de vida del sistema de producción.
- Con la participación de todos los departamentos empezando con producción, desarrollo, ventas, administración.
- Y la participación total de todos, desde la alta dirección hasta los operadores de la línea. Mediante actividades de pequeños grupos multidisciplinarios para lograr CERO pérdidas.

3.2. Antecedentes del TPM

Después de la Segunda Guerra Mundial, las industrias japonesas determinaron que para competir prósperamente en el mercado mundial, tenían que mejorar la calidad de sus productos, así, importaron, técnicas de manufactura y de administración de los Estados Unidos, y los adaptaron a sus circunstancias.

Para mejorar el mantenimiento del equipo, Japón importó de los Estados Unidos el concepto de mantenimiento preventivo, hace más de 30 años; más tarde importó otros términos que incluían; mantenimiento productivo, prevención del mantenimiento, Ingeniería de confiabilidad, etc. Modificando lo anterior al ambiente industrial japonés, para formar lo que se conoce como TPM (Mantenimiento Productivo Total), algunas veces definido como; mantenimiento productivo implementado por todos los empleados, basado en que la mejora del equipo debe involucrar a todos en la organización, desde los operadores hasta la alta dirección.

El mantenimiento preventivo fue introducido en los años 1950's y el mantenimiento productivo viene a ser bien establecido durante los años 1960's, el desarrollo del TPM comenzó en los años 1970's. El tiempo anterior a los 1950's puede ser referido como el período del mantenimiento de las descomposturas.

El TPM incluye las siguientes metas para maximizar la eficacia del equipo:

1. Desarrollar un sistema de mantenimiento productivo por toda la vida del equipo.
2. Involucrar a todos los departamentos que planean, diseñan, usan, o mantienen equipo, en la implementación de TPM.
3. Activamente involucrar a todos los empleados, desde la alta dirección hasta los trabajadores de piso.

4. Promover el TPM a través de motivación con actividades autónomas de pequeños grupos.

La palabra "total" tiene 3 significados relacionados con 3 características de TPM:

- Eficacia total: perseguir la eficiencia económica.
- PM total: establecer un plan de mantenimiento para la vida del equipo, incluyendo prevención del mantenimiento (técnicas de monitoreo para diagnosticar las condiciones del equipo, identificando signos de deterioro y la inminente falla) y mantenimiento preventivo.
- Participación total: mantenimiento autónomo por operadores y actividades de grupos pequeños en cada nivel.

TPM tiene un doble objetivo: cero caídas en producción y cero defectos, cuando esto se ha logrado, el período de operación mejora, los costos son reducidos, el inventario puede ser minimizado, y en consecuencia, la productividad se incrementa. Típicamente se requieren 3 años desde la introducción del TPM para obtener resultados satisfactorios. El costo depende del estado inicial del equipo y de la experiencia del personal de mantenimiento.

Para introducir TPM en la fábrica, la alta dirección debe incorporar el TPM dentro de las políticas básicas de la compañía, y concretar metas, tales como incrementar el período de uso del equipo a más del 80%, reducir las descomposturas en 50%, etc. Una vez que las metas han sido establecidas cada empleado debe entender, identificar y desarrollar las actividades de pequeños grupos en el lugar de trabajo, que aseguren el cumplimiento de las metas. En TPM, los grupos pequeños establecen sus propias metas basadas en las metas globales.

La mayoría de la gente tiene una resistencia innata al cambio, aún con los cambios que tienen consecuencias deseables, TPM, incrementa productividad, calidad, reduce costos, mejora las ganancias, y crea un ambiente favorable para los trabajadores. Aun así la alta gerencia de muchas compañías cuestiona el uso de TPM en su firma, aun observando los resultados dramáticos obtenidos por otras compañías.

Eliminar tal resistencia requiere educación preliminar en cada nivel. En Japón, sesiones de dos días han sido suficientes para los gerentes de departamento y de sección, y para líderes de grupo, mientras tres días se requirieron para los ingenieros de apoyo, para los empleados de piso, se les instruye por sus supervisores, en como participar en las actividades de grupo, se les atiende con una presentación con movimiento acerca del TPM.

Para implementar el TPM en el curso de 3 años, se necesita un plan maestro, que sirva como lista de actividades para que el TPM sea dividido en etapas, se visualiza las funciones de los grupos en cada nivel.

3.3. Beneficios o ventajas del TPM

Algunos de los beneficios más importantes del Mantenimiento Productivo Total

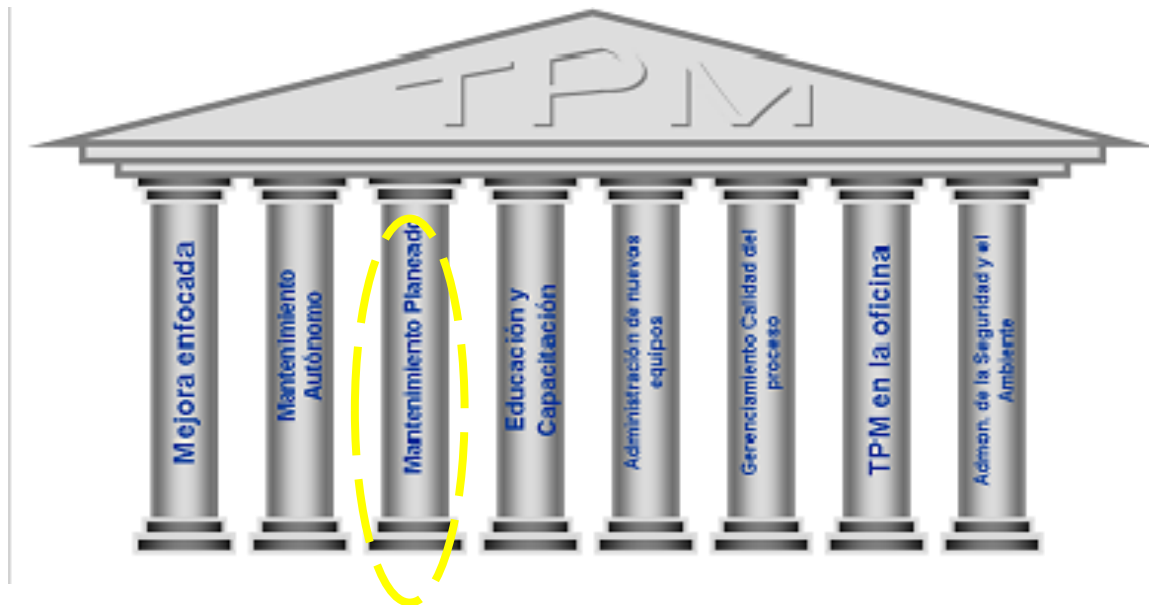
- Reduce los costos
- Aumenta la productividad sin reducir la calidad de producto
- Evita las pérdidas de todo tipo
- Brindar el 100 % de satisfacción a todos los clientes
- Reduce los accidentes
- Permite el control de las medidas ecologistas

Algunos de los beneficios secundarios del Mantenimiento Productivo Total.

- Aumenta el nivel de confianza del personal
- Hace más limpias pues más atractivas, las zonas de trabajo
- Desarrolla el trabajo en equipo
- Implicación más fuerte del personal
- Relación personal fuerte entre obreros y sus máquinas y equipos
- Ensanche de las habilidades del personal

3.4. Pilares del TPM

Cuatrecasas (2010), menciona que la filosofía del TPM consta de 8 pilares, ver figura 3.1.



3.1 Pilares del TPM
(Fuente: Elaboración Propia).

3.5. Mantenimiento autónomo

El Mantenimiento Autónomo es uno de los principales pilares del TPM, busca que los operadores de producción sean capaces de realizar actividades en su propio equipo ver figura 3.2. Para que el personal de mantenimiento sea realmente especialista.

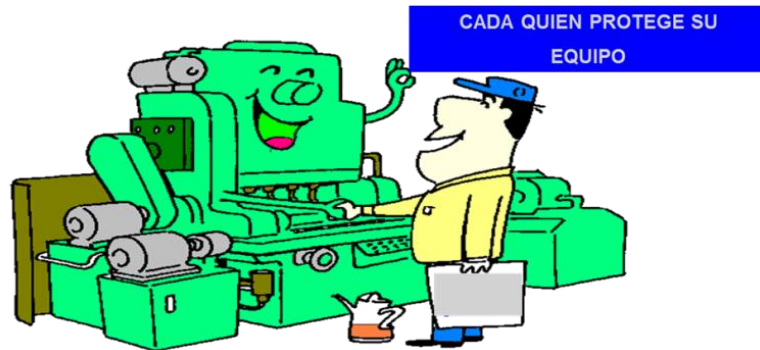


Figura 3.2 Representación de la participación de los operarios en el mantenimiento (Fuente: Elaboración Propia).

3.5.1. Objetivos del Mantenimiento Autónomo

- Emplear el equipo como instrumento para el aprendizaje y adquisición de conocimiento.
- Mediante una operación correcta y verificación permanente de acuerdo a los estándares evitar el deterioro del equipo.
- Mejorar el funcionamiento del equipo con el aporte creativo del operador
- Mejorar la seguridad en el trabajo
- Lograr un total sentido de pertenencia y responsabilidad del trabajador
- Mejorar la moral en el trabajo
- Cambiar la mentalidad con respecto al uso y mantenimiento de mi equipo por medio de la capacitación y la experiencia de modo que el operador pueda

identificar cualquier condición anormal y medir el grado de deterioro antes que el mismo afecte el proceso o llegue a fallar

- El objetivo final: Eliminar Defectos Menores

3.5.2. Habilidades del operario

Habilidades requeridas.

1. Que tenga la capacidad (ojo clínico) para reconocer las anomalías. (Capacidad de descubrir anomalías).
2. Que sea capaz de tomar las medidas hacia las anomalías oportunamente. (Capacidad para tomar medidas de recuperación).
3. Que pueda definir cuantitativamente el criterio de definición de lo normal y lo anormal, (Capacidad de establecer condiciones).
4. Que sea capaz de respetar las reglas de control de condiciones. (Capacidad de sostener y controlar).

Operador que conoce el equipamiento.

- Tiene la capacidad de descubrir y mejorar las anomalías del equipamiento
- Comprende la estructura y funcionamiento del equipamiento y es capaz de descubrir las causas de la anomalía.
- Comprende la relación entre el equipamiento y la calidad y tiene la capacidad de predecir las anomalías de la calidad y descubrir las causas.

- Tiene la capacidad de reparar
- Tiene la capacidad de hacer mejoras enfocadas de acuerdo a su posición en colaboración con sectores relacionados o por sí solo.

Lograr convertirse en un operario eficiente ver Figura 3.3. Es el objetivo principal del mantenimiento autónomo.

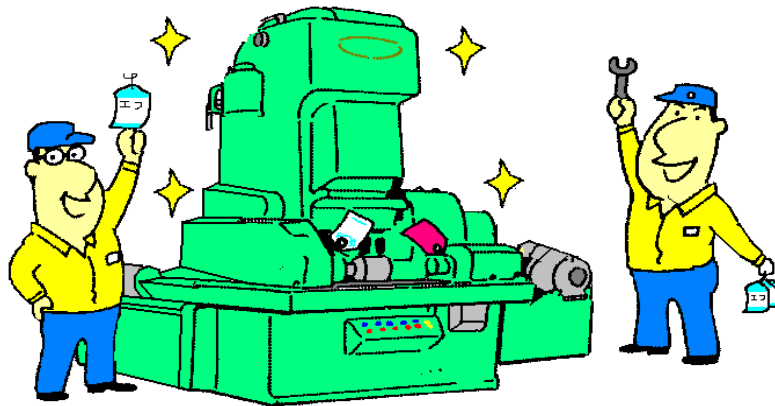


Figura 3.3 Operarios eficientes
(Fuente: Elaboración Propia).

3.5.3. Tarjetas TPM

Las tarjetas TPM son utilizadas para señalar las anomalías encontradas durante las limpiezas e inspecciones iniciales de una forma gráfica. Existen 3 tipos de tarjetas: tarjetas rojas, azules y amarillas.

Las tarjetas rojas son aquellas anomalías detectadas por los operadores en la sesión de limpieza-lubricación-inspección pero que debido a sus limitaciones no pueden ser cerradas por ellos mismos y deben ser hechas por el departamento de mantenimiento (especialistas).

Las azules en cambio son aquellas reparaciones realizadas por la producción que deben ser registradas en estas tarjetas, por último las amarillas pueden ser cerradas

por ambas partes con la diferencia que estas señalan condiciones de riesgo para los operarios.

Los tipos de anomalías que se presentan en la siguiente lista se colocan en las tarjetas rojas:

- Tuercas y tornillos flojos.
- Componentes del sistema hidráulico y neumático.
- Lubricación.
- Transmisión.
- Eléctricos.
- Guías y herramientas.
- Lugares sucios y fuentes de contaminación.
- Lugares de difícil acceso para limpiar, lubricar o inspeccionar.
- Lugares de difícil acceso para operar o cambiar partes.
- Lugares inseguros.

Para colocar tarjetas se tiene que realizar limpieza rutinaria para determinar la situación en que se encuentre el equipo existen, dos situaciones uno cuando el equipo de encuentra detenido se debe.

1. Sin limpiar, observe con los ojos, sienta con las manos y remueva con sus manos hasta detectar las anomalías.
2. Identifique anomalías a través de la limpieza
3. Quite cubiertas y si es posible, desensamble o desarme para detectar anomalías.
4. Identifique anomalías limpiando las partes desensambladas

Y cuando el equipo se encuentra en funcionamiento la limpieza para la detección de anomalías se debe hacer lo siguiente.

1. Observe, escuche y si es posible, toque con sus manos para detectar anomalías como vibración, ruidos y calor anormal.
2. De ser posible verifique que no exista ninguna anomalía en los movimientos internos del equipo.

En cada limpieza, se deben generar las tarjetas y hallazgos importantes correspondientes a la meta establecida por los miembros del área TPM.

Se deben tomar Fotografías antes y después de la limpieza o reparaciones, son básicas para entender el impacto de las actividades del grupo sobre el equipo. Con el apoyo de los grupos de mantenimiento desarrollar la capacidad de los operadores para crear tarjetas.

3.6. Mejoras enfocadas

El pilar de Mejora Enfocada es uno de los más importantes dentro de la estructura TPM ya que es el sistema encargado de eliminar las perdidas en la producción. Utiliza el ciclo CAPA (Checar, Analizar, Planear y Actuar). Las funciones de la mejora enfocada dentro del sistema TPM son las siguientes:

Actividades Principales:

- Entender las pérdidas
- Calcular OEE y fijar meta
- Análisis del fenómeno y estudio de elementos relacionados
- Análisis Por qué y PM

- Llevar el equipo a su estado ideal en su totalidad

En la presente tabla 3.1 se expresa más a detalle las características del pilar de Mejora Enfocada de acuerdo al JIPM.

Tabla 3.1 Características del pilar de mejora enfocada
(Fuente: Elaboración Propia)

Propósito	Función	Meta	Indicadores de control
Mejorar las 16 grandes pérdidas de las actividades de manufactura y obtener resultados positivos. Capacitar a los operadores y staff para que tengan capacidad de ejecutar mejoras.	<ul style="list-style-type: none"> • Proponer y dar seguimiento a políticas, objetivos y planes. • Registrar los temas de mejora enfocada y construir el sistema para llevar a cabo las actividades. • Elaborar un manual de actividades, capacitar y apoyo a la ejecución. • Planear lugares para presentar resultados. • Comprender estado actual de progreso, dinero gastado y resultados. 	<p>Lograr cero perdidas por averías o defectos.</p> <p>Llevarla eficiencia hasta su límite.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Productividad laboral. • OEE • Dinero ahorrado en mejoras. • Numero de temas de mejora. • Numero de temas registrados. • Personas con capacitación de análisis PM.

Este pilar se concentra en las perdidas más grandes que existen en los procesos de producción, y como su nombre lo dice se enfoca en buscar la forma de eliminarlas a través de diversas herramientas de estudio y análisis que se adecuan al tipo de proceso que se encuentre en cuestión.

3.6.1. Tipos de fallas

De acuerdo a su clasificación las pérdidas se dividen por disponibilidad, desempeño o calidad, el siguiente figura 3.6 muestra dicha clasificación:

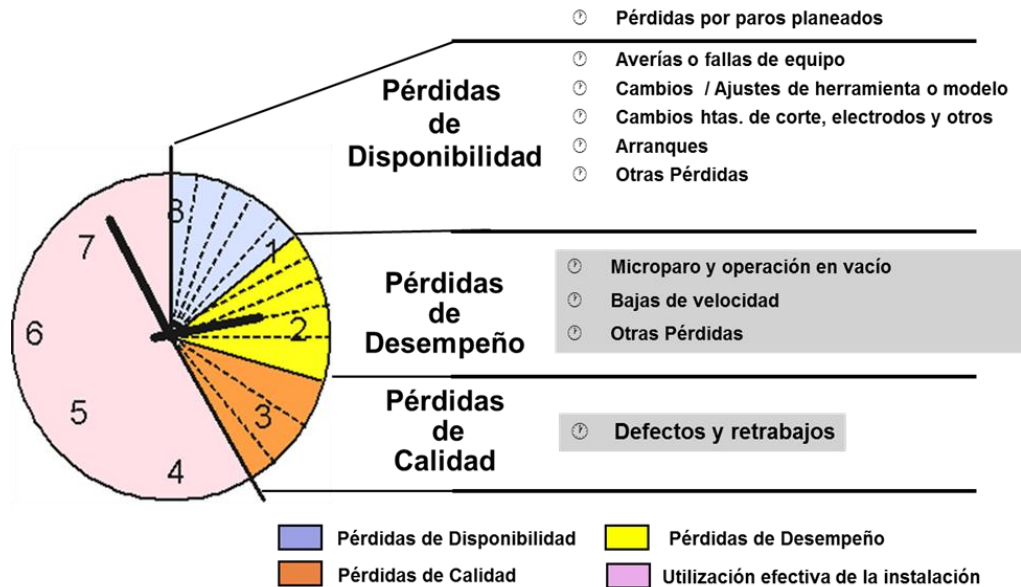


Figura 3.4 Las 7 grandes pérdidas
(Fuente: Elaboración Propia).

3.7. Educación y capacitación

Pilar que tiene como tarea elevar la habilidad de los operarios y personal del mantenimiento y capacitar a empleados según necesidades del proyecto TPM.

Este pilar tiene una función muy importante ya que trata con un aspecto muy fino y delicado como lo es la cultura del personal de producción para afrontar nuevas maneras de pensar y elaborar la matriz de habilidades para de esta forma llevar el control de la capacitación ejercida y el nivel de conocimientos que tiene la plantilla.

3.8. Pilar de Gestión Temprana

Pilar que tiene como causa la creación de un Sistema de Gestión para el desarrollo de productos y equipos logrando con ello el arranque sin problemas de productos y equipos nuevos (sin problemas y que no requieran mantenimiento).

El control inicial del equipo es la planeación sistemática del proyecto para lanzar verticalmente los productos y equipos nuevos. La meta es minimizar las pérdidas durante la introducción de un producto nuevo o la instalación de un nuevo equipo.

Este pilar es de suma importancia ya que las lecciones aprendidas por el Mantenimiento Autónomo y Mejora Enfocada deben darse a conocer para que este pilar vaya en búsqueda de equipo que no contengan los defectos del pasado (arranque vertical).

3.9. Pilar de mantenimiento de la calidad

Pilar cuya función es crear un Sistema de Mantenimiento de la Calidad para sostener el proceso con CERO defectos y actividades para mejorar la calidad del producto.

Objetivo: tomar decisiones preventivas para obtener un proceso y equipo cero defectos.

La meta aquí es ofrecer un producto cero defectos como defecto de una máquina cero defectos, y esto último sólo se logra con la continua búsqueda de una mejora y optimización del equipo.

3.10. Pilar TPM oficinas

Pilar que como base tiene el crear un Sistema para la Administración de departamentos indirectos, haciendo eficientes las labores de oficinas y gestión y buscando el estado ideal de áreas indirectas.

Este pilar tiene una función de gran trascendencia ya que en las oficinas a veces se pierden recursos que han sido ganados por parte de las áreas de producción, por lo tanto el TPM piensa en las áreas de organización y oficinas como una búsqueda constante de la optimización de recursos.

3.11. Pilar de Seguridad e Higiene industrial

Objetivo: crear y mantener un sistema que garantice un ambiente laboral sin accidentes y sin contaminación.

Aquí lo importante es buscar que el ambiente de trabajo sea confortable y seguro, muchas veces ocurre que la contaminación en el ambiente de trabajo es producto del mal funcionamiento del equipo, así como muchos de los accidentes son ocasionados por la mala distribución de los equipos y herramientas en el área de trabajo.

3.11.1. 5's

Es un programa de trabajo para empresas, talleres u oficinas que consiste en desarrollar actividades de orden/limpieza y detección de anomalías en el puesto de trabajo, dicho por sacristán Rey Francisco (2005), que por su sencillez permiten la participación de todos a nivel individual/grupal, mejorando el ambiente de trabajo, la seguridad de personas y equipos y la productividad.

Las 5´s son cinco principios japoneses cuyos nombres comienzan por S y que van todos en la dirección de conseguir una fábrica limpia y ordenada. Estos nombres son:

1. Seiri
2. Seiton
3. Seiso
4. Seiketsu
5. Shitsuke

3.12. Mantenimiento planeado

Cuatrecasas (2010) menciona que el mantenimiento planeado es el conjunto sistemático de actividades programadas de mantenimiento cuyo fin es acercar progresivamente una planta productiva al objetivo que pretende el TPM: cero averías, cero defectos, cero despilfarros, y cero accidentes; este conjunto planificado de actividades se llevara a cabo por el personal específicamente calificado en tareas de mantenimiento.

El mantenimiento planeado se basa en dos objetivos generales como se muestra en la siguiente tabla 3.2.

MANTENIMIENTO PLANEADO	
OBJETIVO 1:	OBJETIVO 2:
EFICACIA EQUIPO Y PROCESOS	RENTABILIDAD ECONOMICA

Tabla 3.2 Objetivos del mantenimiento planeado
(Fuente: Cuatrecasas Luis;(2010)).

Este pilar tiene como objetivo la creación de un sistema de Mantenimiento Planeado Efectivo en coordinación con el pilar de Mantenimiento Autónomo que no genere pérdidas en el equipamiento.

Actividades Principales:

Medidas diarias de mantenimiento, mantenimiento periódico, mantenimiento predictivo, mejorar la vida útil del equipamiento, Control de refacciones, análisis de averías y prevenir recurrencias, gestión de la lubricación.

En la siguiente tabla 3.3 se muestran las características del Pilar de Mantenimiento Planeado:

Tabla 3.3. Características del mantenimiento planeado
(Fuente: Elaboración Propia).

Propósito	Función	Meta	Indicadores de control
Lograr cero averías y construir el sistema de mantenimiento planeado. Elevar las habilidades del mantenimiento experto.	<ul style="list-style-type: none"> Proponer y dar seguimiento a políticas, objetivos y planes. Apoyo a mantenimiento autónomo. Entrenar habilidades de mejoras, elaborar material didáctico y entrenamiento de habilidades técnicas de inspección general. Proponer plan para cero averías, dar seguimiento. Control, revisión y seguimiento de refacciones, gastos de mantenimiento, lubricación e información de mantenimiento. 	Asegurar la confiabilidad de los equipos.	<ul style="list-style-type: none"> No averías. Tiempo de paro por avería. MTBF MTTR Gastos de mantenimiento Numero de análisis y mejoras realizadas. Porcentaje de cumplimiento del plan. Numero de técnicos certificados.

3.12.1. Avería

Desde este punto de vista el análisis de averías se podría definir como: el conjunto de actividades de investigación que, aplicadas sistemáticamente, trata de identificar las causas de las averías y establecer un plan que permita su eliminación.

Se trata, por tanto, de no conformarse con devolver los equipos a su estado de buen funcionamiento tras la avería, sino de identificar la causa raíz para evitar, si es posible, su repetición. Si ello no es posible se tratará de disminuir la frecuencia de la citada avería o la detección precoz de la misma de manera que las consecuencias sean tolerables o simplemente se pueda mantener controlada. El último fin sería mejorar la fiabilidad, aumentar la disponibilidad y reducir los costos.

3.12.2. Mantenimiento preventivo (PM)

El mantenimiento preventivo, cuyo objetivo básico es la planificación de actividades de mantenimiento que eviten problemas posteriores de cualquiera de los seis grandes tipos de pérdidas, se apoya en dos pilares: el TBM (Mantenimiento basado en el tiempo) y el CBM (Mantenimiento basado en las condiciones).

La aplicación simultánea de estos dos tipos de mantenimiento conduce a una temprana detección y tratamiento de anomalías antes de que ocasionen pérdidas. El mantenimiento preventivo identifica y supervisa todos los elementos estructurales del equipo, así como sus condiciones presentes, para anticiparse a fallas que puedan provocar averías.

a) Mantenimiento periódico o basado en tiempo (TBM)

El trabajo de mantenimiento empieza con el mantenimiento periódico o basado en tiempo (las siglas TBM significan Time Based Maintenance). Se trata de actividades básicas que facilitan un funcionamiento consistente y continuado del equipo, tales como inspeccionar, limpiar, reponer y restaurar piezas periódicamente para prevenir las averías.

Las actividades TBM deben llevarse a cabo por el departamento de producción, como parte del mantenimiento autónomo, y por el departamento de mantenimiento,

como soporte a las citadas tareas de mantenimiento autónomo. La estrecha colaboración entre ambos departamentos es un elemento clave para alcanzar los objetivos de mantenimiento.

b) Mantenimiento basado en condiciones (CBM)

Para hacer una planta más competitiva, es más eficiente la gestión basada en el Mantenimiento Predictivo o mantenimiento basado en condiciones CBM (Condition Based Maintenance), que el mantenimiento periódico TBM, siempre que se den las condiciones para hacerlo. El Mantenimiento Predictivo se basa en la utilización de equipos de diagnóstico y modernas técnicas de procesamiento de señales que evalúan las condiciones del equipo durante la operación y determinan cuándo se precisa mantenimiento.

Es un mantenimiento de alta fiabilidad basado en las condiciones reales del equipo y no en períodos de tiempo. También en este tipo de mantenimiento colaboran conjuntamente el departamento de producción, mediante inspecciones y tests diarios, y el departamento de mantenimiento, utilizando técnicas complejas de mantenimiento y supervisando continuamente cualquier cambio en el estado del equipo.

3.12.3. Etapas de la implantación de un sistema de mantenimiento planificado

La puesta en marcha de un sistema de mantenimiento planificado requiere tiempo y colaboración interdepartamental.

- Tiempo para desarrollar un programa de mantenimiento pasó a paso que asegure una implantación cuidadosa y organizada.

- Colaboración interdepartamental, de forma coordinada, y no sólo entre los departamentos de producción y mantenimiento, sino también con los demás departamentos: administrativo, finanzas, ingeniería, marketing, recursos humanos, etc., para lograr los objetivos de cada etapa en la fecha prevista y evitar que existan actividades que no se lleven a cabo, o bien otras que por desconocimiento de responsabilidades se puedan duplicar.

La finalidad de un sistema de mantenimiento planificado es eliminar las averías y los defectos que conducen a pérdidas de producción, paradas innecesarias y despilfarro del valioso potencial humano y económico. Esto no se consigue sólo con el empeño del mantenimiento especializado o sólo con el mantenimiento autónomo, una combinación coordinada y organizada de ambos tipos de mantenimiento puede reportar beneficios importantes.

Cuatrecasas (2010). Menciona que el mantenimiento planeado consta de 6 etapas las cuales se mencionan a continuación:

Etapas 1. Análisis y conocimiento de la condición actual operativa del equipo

Como ya se ha comentado, un requisito clave para diseñar un sistema de mantenimiento planificado eficaz es planificar y organizar con antelación las diversas actividades de mantenimiento, para ello, es necesario disponer de la mayor cantidad de datos posible sobre los equipos. Esta información se recoge en los llamados registros de mantenimiento y, para que nos hagamos cargo de su importancia, la calidad de los sistemas de mantenimiento de la planta se manifestará a través de los mismos.

Existen varios tipos de registros de mantenimiento, con formatos y contenidos que pueden variar de una empresa a otra, dependiendo en cada caso de las necesidades de cada una. A continuación, se detallan los tipos de registros que como mínimo se utilizan en un programa TPM:

a) Registros de equipos

Proporcionan datos actuales de cada equipo, como son la fecha de compra e instalación, historial de averías y reparaciones, costes de mantenimiento, fabricante del equipo, proveedor de las piezas de repuesto, etc.

b) Registros de análisis MTBF (Tiempo medio entre fallos en el sistema)

Recopilan datos sobre los tiempos medios entre fallas y detalles de las averías. Permiten obtener información sobre la frecuencia y severidad de las averías con una rápida ojeada.

c) Registros de análisis MTTR (Tiempo medio que toma reparar algo después de una falla.

Registran las reparaciones y los servicios llevados a cabo en el equipo, así como los intervalos entre las tareas. Son configurados por el personal de mantenimiento especializado, dan información de la importancia y duración de las averías.

d) Registros de mantenimiento rutinario

Recogen datos obtenidos por los operarios durante el mantenimiento de averías. Es importante tener registros diarios sobre trabajos rutinarios, ya que, dada su naturaleza, puede haber puntos que se descuiden. En este contexto se encuentran los registros de inspección de rutina y los registros de reposición y sustitución de lubricantes.

e) Registros de inspección periódica

Recogen datos de las mediciones del deterioro del equipo obtenidas por el departamento de mantenimiento durante las inspecciones periódicas (inspecciones legales, inspecciones de desmontaje, chequeos de precisión, etc.).

Una vez recopilada toda la información necesaria, los equipos se evalúan en función de la seguridad, criticidad productiva, calidad, mantenibilidad, etc. y se seleccionan aquellos equipos en los que el mantenimiento planificado sea más urgente.

El departamento de mantenimiento y producción, así como los departamentos de finanzas, calidad, etc., deben cooperar para ponderar la necesidad de mantenimiento planificado de los equipos a partir de la comprensión de la situación actual de los mismos proporcionada por los registros de mantenimiento, de manera que las inversiones se ajusten a las necesidades, pero que a la vez no supongan una carga muy pesada para la empresa.

Será en este preciso momento cuando estemos en condiciones de establecer objetivos concretos para reducir las averías y los defectos a través de un sistema de mantenimiento planificado.

Etapa 2. Búsqueda y reconducción del equipo hacia su estado ideal

El mantenimiento planificado no puede ignorar el mantenimiento autónomo. De hecho, esta etapa se centra ampliamente en apoyar las actividades desarrolladas por los operarios durante el mantenimiento autónomo.

Ante todo, el mantenimiento especializado ha de procurar ayudar a los operarios comprender y eliminar el alcance del deterioro de los equipos. A continuación se resumen las principales actividades de soporte hacia los operarios de producción, gestionadas desde el departamento de mantenimiento:

1. Restauración del deterioro

- Acción rápida frente a avarías descubiertas y no resueltas por operarios.
- Entrenamiento de los operarios en el mismo lugar de trabajo, acerca de la inspección, restauración y reparación.
- Formación de los operarios mediante lecciones de «punto único» y diagramas sobre el equipo, su estructura y funciones.

2. Establecimiento de las condiciones operativas básicas: Creación de estándares

- Enseñar la confección de estándares diarios de trabajo.
- Preparar estándares de fácil comprensión y ayudar a implantarlos.
- Estandarizar los tipos y utilización de lubricantes.

3. Adecuación del entorno de trabajo para evitar el deterioro acelerado de los equipos.

- Inspeccionar los lugares inaccesibles al mantenimiento y mejorar su accesibilidad.
- Identificar focos de contaminación.
- Formar y guiar a los operarios en el trato de las fuentes de contaminación, para conseguir eliminarlas.

Por otro lado, el mantenimiento especializado debe solventar las posibles debilidades del equipo generadas durante las primeras fases de su vida: diseño, fabricación e instalación.

El empleo de técnicas analíticas, como el análisis «know-why» (conocer por qué), el análisis PM, el análisis modal de fallos y efectos (AMFE), etc., pueden resultar de

gran ayuda a la hora de investigar y entender las fallas provocados por tales debilidades.

Una vez estudiado las fallas, identificado sus causas y corregido sus efectos habrá que tomar medidas para prevenir su reincidencia en el mismo equipo o en otros.

Las siguientes medidas pueden reducir la repetición de fallas en los equipos:

1. Preparación de un informe detallado para cada falla:

- Descripción de la falla
- Condiciones anormales previas a la falla
- Ubicación de la falla (croquis, dibujos, diagramas, fotografías, etc.)
- Acciones correctivas, etc.

2. Controlar la fiabilidad de los aparatos de medida y control.

3. Mantenimiento de las condiciones operativas óptimas.

4. Capacitación de los operarios para que puedan comprender el equipo y el proceso.

5. Formación de los operarios para afrontar problemas similares a los del pasado.

Etapas 3. Establecimiento de un sistema de control de la información

Un sistema de mantenimiento planificado puede llegar a manejar tal cantidad de información que el procesado y control de ésta puede exigir la implantación de un sistema informático capaz de gestionar grandes bases de datos en un tiempo mínimo.

Esto permitiría disponer de informes precisos y detallados en el instante necesario, reduciendo las horas-hombre administrativas. Sin embargo, antes de invertir en costosos equipos informáticos hay que conocer cuál es la situación actual de la empresa y qué nivel de informatización se requiere.

De hecho, y de acuerdo con una política TPM, es mejor empezar con un nivel bajo-medio, con ordenadores personales y programas informáticos sencillos y fáciles de utilizar por todos los empleados, para pasar más adelante a otros niveles más sofisticados.

Un sistema de control total de la información debe integrar, por lo menos, los siguientes subsistemas:

I. Control de datos de fallas

Esta base de datos estará formada por todo lo relativo a la falla: naturaleza de la falla, su gravedad, fecha y hora del mismo, localización, causas, contramedidas, etc. Así será posible disponer de listas de fallas, informes periódicos de fallas, gráficos de fallas, etc. para facilitar frecuentes evaluaciones (diarias, semanales, mensuales, etc.) sobre la eficacia del mantenimiento desarrollado.

II. Control del mantenimiento del equipo

Este bloque llevará el control de los historiales de los equipos, la planificación del mantenimiento, la planificación de inspecciones, la planificación de servicios, la planificación de proyectos de mantenimiento principal, etc.

III. Control del presupuesto de mantenimiento

Este subsistema será de gran ayuda en la estimación y control de los presupuestos de mantenimiento. Facilitará información concerniente a gastos anuales en

mantenimiento, gastos de mantenimiento hasta la fecha, informes comparativos, costes de contrataciones externas para mantenimiento, costes prioritarios de mantenimiento, costes por paradas planificadas, etc.

IV. Control de piezas de repuesto y materiales

El control de piezas de repuesto y materiales tiene el propósito de asegurar la disponibilidad de piezas de repuesto y materiales en el momento preciso. La información que tratará será: informes detallados sobre las reservas en stock permanente, tablas de pedidos mensuales y de pedidos anuales, costes de pedidos, cálculo de cantidad de materiales para los distintos métodos de aprovisionamiento, tiempo de suministros y gráficos comparativos.

V. Control de la tecnología

Este apartado se ocupa de los aspectos relacionados con la tecnología como por ejemplo lo referente a diseño de equipos (esquemas eléctricos, diagramas de cableado, estructuras mecánicas, etc.), planos detallados del equipo y sus componentes, puntos clave para inspecciones, catálogos, instrucciones, etc.

Etapa 4. Establecimiento de un sistema de mantenimiento periódico

El mantenimiento periódico o sistemático pretende implantar una gestión de mantenimiento preventivo, sólido y progresivo con el tiempo. Sus resultados son acumulativos y evolucionan a lo largo del tiempo; su importancia se aprecia conforme se desarrollan secuencialmente las siguientes actividades:

a) Selección de equipos o grupos

La selección del equipo será en función de: exigencias legales (equipos sujetos a una revisión periódica obligada por ley), anteriores experiencias de mantenimiento, equipos imprescindibles dentro del proceso productivo, etc.

b) Planificación del mantenimiento

Se deben preparar planes de mantenimiento basados en valoraciones correctas de las condiciones del equipo y programarse sistemáticamente. Los planes de mantenimiento se clasifican como se describe en el cuadro de la tabla. 3.4.

Para agilizar el cumplimiento de los planes de mantenimiento y minimizar los días de inactividad y el tiempo necesario para realizar las tareas de mantenimiento se debe tener en cuenta:

- Comunicación interdepartamental fluida y precisa
- Trabajo en grupos multifuncionales

Disponer de los elementos necesarios, tales como herramientas, equipos de mantenimiento, plantillas, luces, aparatos de medida, recambios, etc., antes de llevar a cabo el trabajo.

Tabla. 3.4 Planificación del mantenimiento
(Fuente: Cuatrecasas Luis ;(2010)).

Tipos de Planificación del Mantenimiento	Planificación por periodo	Planes de mantenimiento con parada
		Planes de mantenimiento diarios
		Planes de mantenimiento semanales
	Planificación por proyecto	Planes de mantenimiento mensuales
		Planes de mantenimiento anuales
	Planificación por oportunidad	Planes individuales de mantenimiento para una reparación a gran escala
Mantenimiento realizado aprovechando la parada de los equipos por cuestiones diversas		

- Anticipación a problemas como necesidad de subcontrataciones, falta de personal especialmente cualificado, etc.
- Fijación de intervalos de mantenimiento atendiendo a los registros de averías, registros de inspección diaria, etc.
- Piezas estandarizadas y plantillas y herramientas mejoradas.
- Mínima movilización de personal durante el mantenimiento.
- Intensa colaboración entre departamentos.
- Supervisión del progreso mediante reuniones de coordinación donde se discuten las acciones correctoras.

c) Estandarización de las actividades de mantenimiento

La estandarización de las actividades de mantenimiento se consigue mediante la confección de manuales sencillos y comprensibles, que recogen las experiencias e incorporan las tecnologías derivadas de anteriores experiencias de mantenimiento en la planta.

Existen diferentes estándares; así, los hay para los procedimientos de trabajo y para el mantenimiento propiamente dicho (servicio, inspección y reparación), los cuales hay que revisarlos y actualizarlos a medida que mejoran las técnicas de mantenimiento, los equipos y los materiales. De hecho, los estándares de mantenimiento indican el grado de mantenimiento que se practica en la empresa.

d) Control de la evolución

Es fundamental para verificar la eficiencia del sistema de mantenimiento planificado, desde el punto de vista del equipo o máquina sujeto al mantenimiento y también para el equipo de mantenimiento (autónomo y del departamento de mantenimiento).

También es conveniente un control de la evolución desde el punto de vista cualitativo, el cual debe asegurar que el trabajo de mantenimiento transcurra de acuerdo con lo programado en los planes de mantenimiento. En otras palabras, evalúa la eficacia de la planificación del mantenimiento, y puede controlarse a través de:

- Comprobar que la operativa se desarrolla de acuerdo con los estándares.
- Comprobar el trabajo en cuanto se haya acabado
- Comprobar el trabajo de mantenimiento (calcular diferencias entre horas-hombre empleadas y programadas, desviaciones de calendarios de mantenimiento, etc.). Utilizar estos datos para revisar futuros planes.
- Comprobar los costes de mantenimiento (diferencias entre costes reales y estimados, desviaciones del presupuesto de mantenimiento, etc.) y utilizar estos datos en futuros planes de mantenimiento.
- Comprobar la capacitación del personal para las tareas asignadas
- Procurar continuamente el compromiso de todos los trabajadores con la calidad del mantenimiento.

Por otra parte, debe comprobarse cómo se va progresando paulatinamente hacia los objetivos. La relación entre el nivel de progreso actual y los objetivos deseados ha de cuantificarse de forma clara y precisa para mantener una orientación firme en la

implantación del mantenimiento planificado. En este sentido, la eficiencia del equipo será objeto de un particular y exhaustivo seguimiento.

Etapa 5. Establecimiento de un sistema de Mantenimiento Predictivo

Aunque la práctica de un sistema de mantenimiento periódico reduce notablemente la probabilidad de averías, defectos y accidentes, siguen produciéndose fallas inesperadas que revelan acciones preventivas ineficaces en los planes de mantenimiento. Esto se debe a que el mantenimiento se basa en tiempo y establece los intervalos de mantenimiento (tiempo entre revisiones generales) por estimaciones tentativas, utilizando estadísticas de averías, sin tener en cuenta el alcance real del deterioro del equipo.

Este tipo de mantenimiento se apoya más en la intuición y en experiencias anteriores que en las verdaderas condiciones presentes en el equipo.

Para lograr reducir a cero la probabilidad de averías es necesario incorporar otro tipo de mantenimiento, el Mantenimiento Predictivo o mantenimiento basado en condiciones (CBM). Este mantenimiento establece los intervalos de las revisiones en función de las condiciones actuales del equipo, determinadas de forma científica por tecnología de diagnóstico de equipos.

El Mantenimiento Predictivo se aplica cuando es posible medir las condiciones generales que reflejan fielmente el estado real del equipo; es decir: la tecnología de diagnóstico de máquinas se utiliza para monitorizar los cambios en determinadas características susceptibles de ser cuantificadas, como pueden ser la temperatura, vibraciones, resistencias eléctricas, presión, humedad, etc.

Sin embargo, la introducción del Mantenimiento Predictivo no resulta conveniente sin haber establecido previamente un sistema de mantenimiento periódico o sistemático.

En primer lugar hay que asentar las bases para un entorno favorable mediante el mantenimiento periódico y luego incorporar la tecnología necesaria para medir con regularidad los cambios en las condiciones operativas existentes. De esta forma, coexistiendo simultáneamente ambos tipos de mantenimiento, la probabilidad de que ocurran averías puede reducirse a valores muy pequeños a un coste eficiente.

Las técnicas de diagnóstico de máquinas vanarán dependiendo del tipo de condición que se desee medir. Por tanto, para llevar a cabo un Mantenimiento Predictivo eficiente será necesario saber qué medir y cómo medir. Es decir, que la clave del éxito del Mantenimiento Predictivo estará en acertar al elegir la técnica de diagnóstico correcta. Así, por ejemplo, los diagnósticos de vibraciones y ruidos en el caso de la maquinaria rotativa son las técnicas que mejor resultado ofrecen.

Por otra parte, a medida que avanzamos los equipos se tornan más grandes y complejos, aumentando también la variedad de condiciones operativas, y haciendo cada vez menos efectivos los métodos de previsión utilizados por los sistemas de mantenimiento preventivo tradicionales.

Como contrapartida la aplicación del Mantenimiento Predictivo se limita a los tipos de averías que provocan cambios en los parámetros preestablecidos que se pueden detectar y utilizar para predecir las averías. Tampoco se utilizará cuando el coste de supervisión sea más elevado que el ahorro en gastos de reparación y pérdidas de producción.

Las técnicas de monitorización más usuales son la monitorización de vibraciones, monitorización térmica y monitorización de lubricantes, que, abundando en la comparativa con las actuaciones preventivas en la salud humana, equivaldrían al pulso, temperatura y circulación sanguínea de una persona.

La operativa en el Mantenimiento Predictivo se basa en medir, en primer lugar, los niveles de los parámetros seleccionados bajo condiciones normales, y después se

determinan los cambios en estos niveles de una forma periódica. Esto puede revelar el comienzo de un funcionamiento defectuoso y permite la predicción y prevención de deterioros y averías.

Dada la importancia del Mantenimiento Predictivo, dedicaremos un capítulo específico, el próximo, a exponer de forma más detallada los aspectos más relevantes del mismo.

Etapas 6. Evaluación del mantenimiento planificado

El mantenimiento planificado no sólo concierne al departamento de mantenimiento, sino que en él confluyen los esfuerzos de todos los departamentos de la empresa. Por ello, esta última etapa del establecimiento de un sistema de mantenimiento planificado tiene un interés especial, puesto que el mantenimiento planificado implica evaluar a toda la empresa como un conjunto compacto y sincronizado. Así pues, examinar el mantenimiento planificado incluye no sólo al equipo directamente implicado en la producción, sino también a los sistemas de apoyo (estándares de control, estándares técnicos, etc.).

Estas evaluaciones permiten, en función de los resultados, revisar las estrategias de mantenimiento o aceptar nuevos retos.

3.12.4. Tipos de mantenimiento

Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo puede definirse como la programación de actividades de inspección de los equipos, tanto de funcionamiento como de limpieza y calibración, que deben llevarse a cabo en forma periódica con base en un plan de aseguramiento

y control de calidad. Su propósito es prevenir las fallas, manteniendo los equipos en óptima operación.

La característica principal de este tipo de mantenimiento es la de inspeccionar los equipos, detectar las fallas en su fase inicial y corregirlas en el momento oportuno. Con un buen mantenimiento preventivo se obtiene experiencia en diagnóstico de fallas y del tiempo de operación seguro de un equipo

Mantenimiento predictivo

Mantenimiento basado fundamentalmente en detectar una falla antes de que suceda, para dar tiempo a corregirla sin perjuicios al servicio, ni detención de la producción, etc. Estos controles pueden llevarse a cabo de forma periódica o continua, en función de tipos de equipo, sistema productivo, etc.

Para ello, se usan para ello instrumentos de diagnóstico, aparatos y pruebas no destructivas, como análisis de lubricantes, comprobaciones de temperatura de equipos eléctricos, etc.

Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo se realiza para solucionar fallas o anomalías detectadas y que requieran de una solución urgente o planificada.

Mantenimiento programado

Toma como basamento las instrucciones técnicas recomendadas por los fabricantes, constructores, diseñadores, usuarios y experiencias conocidas, para obtener ciclos de revisión y/o sustituciones para los elementos más importantes de un sistema productivo a objeto de determinar la carga de trabajo que es necesario programar. Su frecuencia de ejecución cubre desde quincenal hasta generalmente periodos de un

año, es ejecutado por las cuadrillas de la organización de mantenimiento que se dirigen al sitio para realizar las labores incorporadas en un calendario anual.

Mantenimiento rutinario

Es el que comprende actividades tales como: lubricación, limpieza, protección, ajustes, calibración u otras; su frecuencia de ejecución es hasta periodos semanales, generalmente es ejecutado por los mismos operarios de los sistemas productivos y su objetivo es mantener y alargar la vida útil de dichos sistemas productivos evitando su desgaste.

3.12.5. Tarjetas kanban

El Kanban es un sistema de información que se basa en señales visuales para controlar el flujo de materiales o la producción de los artículos, en las cantidades y en los tiempos necesarios en cada proceso de la compañía, como también de las compañías proveedoras, con el fin de cumplir con los requerimientos de material.

Basado en las necesidades de producto terminado o embarques, estableciendo de esta manera un sistema de producción PULL, es decir, la demanda del cliente genera la orden de producción, por lo que se produce y entrega lo que se necesita; a diferencia de un sistema de producción PUSH, donde se fabrica de acuerdo a un plan de producción basado en pronósticos los cuales no pueden estar lo suficientemente actualizados, produciendo más o menos de lo que el mercado necesita, lo que se traduce en sobreproducción o inexistencias, provocando efectos económicos adversos para la empresa.

3.12.6. Índices de confiabilidad

La confiabilidad es una medida cuantitativa que elimina cualquier duda o ambigüedad en la obtención de partes que cumplan con su cometido en el uso al que se destinen. La ecuación para el cálculo se basa en la expresión desarrollada por el ingeniero Lourival Tavares, en la cual la confiabilidad (disponibilidad) está en función del MTBF y el MTTR ecuación 1.

$$D = (\text{MTBF} / (\text{MTBF} + \text{MTTR})) \times 100$$

Dónde: D: Disponibilidad

MTBF: Tiempo Medio Entre Fallas.

MTTR: Tiempo Medio Para Reparación.

MTBF= tiempo total que funciona el activo sin fallar) sobre el número total de eventos (tiempo total que funciona el activo más el tiempo que estuvo parado para reparaciones). Esta es la ecuación básica para el cálculo de la confiabilidad.

Ahora bien, ¿cómo se determinan el MTBF y el MTTR? Ver ecuaciones 2 y 3.

Las ecuaciones son las siguientes.

$$\text{MTBF} = H_t / p$$

$$\text{MTTR} = H_p / p$$

Ecuaciones 2 y 3.

(Dicho por: Tavares, Lourival 2010).

Dónde:

Ht: Horas trabajadas o de marcha durante el período de evaluación.

p: Número de paros durante el período de evaluación.

H_p: Horas de paro durante el período de evaluación.

Es aquí donde se hace importante tener, de manera clara, la clasificación de los paros por mantenimiento o producción, pues si se quiere calcular la confiabilidad por mantenimiento, por ejemplo, las horas de paro y el número de paros deben ser los imputados a mantenimiento exclusivamente.

3.12.7. Grupo de trabajo

Un grupo se define como dos o más individuos, interactuantes e interdependientes, unidos para alcanzar determinados objetivos específicos. Los grupos pueden ser formales o informales.

Los primeros están definidos por la estructura organizacional y tiene determinadas funciones de trabajo designadas. En ellos, el comportamiento está establecido por las metas organizacionales y dirigidas hacia su cumplimiento.

Los miembros que constituyen la tripulación de vuelo de un avión son un ejemplo de un grupo formal, por el contrario, los grupos informales son alianzas que no estructuradas desde el punto de vista formal ni las determinan las organizaciones. Dichos grupos son formaciones naturales creadas en el ambiente de trabajo, que surgen como respuesta a la necesidad de contacto social. Tres empleados de diferentes departamentos, que tienen la costumbre de almorzar juntos, son ejemplo de un grupo informal".

3.12.8. Elevador de cangilones

Un elevador de cangilones es un mecanismo que se emplea para el acarreo de granos a determinados niveles lo que sería el equivalente vertical de la cinta

transportadora. En el caso de la empresa se emplea para acarrear el trigo de un nivel a otro para su limpieza y deposito. Ver figura 3.8.



Figura 3.7 Elevador de cangilones
(Fuente: Elaboración propia).

3.12.9. Motor reductor

Son elementos mecánicos muy adecuados para el accionamiento de todo tipo de máquinas y aparatos de uso industrial, que se necesita reducir su velocidad de una forma eficiente, constante y segura. Son los empleados en los elevadores de cangilones de la empresa. Ver figura 3.8.

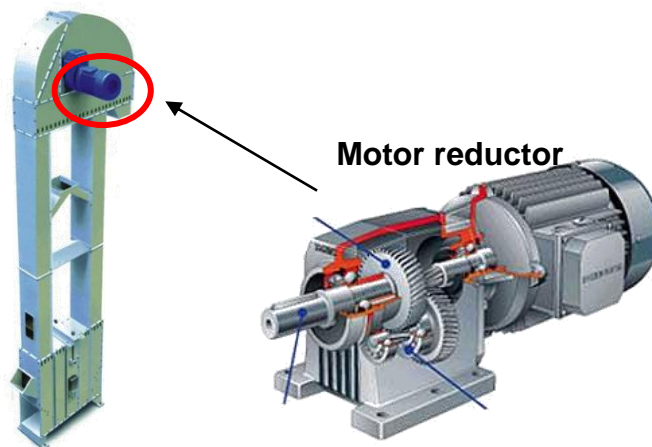


Figura 3.9 Motor reductor
(Fuente: Elaboración propia).

3.12.10. Indicadores de desempeño del personal

Un indicador es: un hecho cuantificado que mide la eficacia y/o la eficiencia de todo o parte de un proceso o de un sistema (real o simulado), con referencia a una norma, un plan o a un objetivo, determinado o aceptado en un cuadro estratégico de la empresa.

Lo que la empresa busca en sus trabajadores es aumentar su desempeño es por eso que debe medir el desempeño del personal bajo las siguientes de participación operacional.

$$\frac{\text{Horas de mantenimiento preventivo realizado por los operarios}}{\text{Total de horas de mantenimiento preventivo}} \quad (4)$$

$$\frac{\text{Inactividad del equipo relacionando con el mantenimiento (periodo actual)}}{\text{Inactividad del equipo relacionado con el mantenimiento(año anterior durante el mismo periodo)}} \quad (5)$$

$$\frac{\text{Horas de mejoramiento del equipo realizado por los operarios}}{\text{Total de horas trabajadas por los operarios}} \quad (6)$$

Ec. indicadores de desempeño

(Fuente: Proyecto: Industrias de manufactura-productividad en la ingeniería del mantenimiento.)

Con la aplicación de estos indicadores de participación operacional se obtendrá resultados de la participación de sus trabajadores en el mantenimiento y según los resultados obtenidos se deberán tomar las medidas correspondientes al problema.

Capítulo 4.

Metodología

Para realizar el programa de mantenimiento en la empresa se empleó la metodología de Cuatrecasas (2010), cuyas etapas se describirán a lo largo de este capítulo.

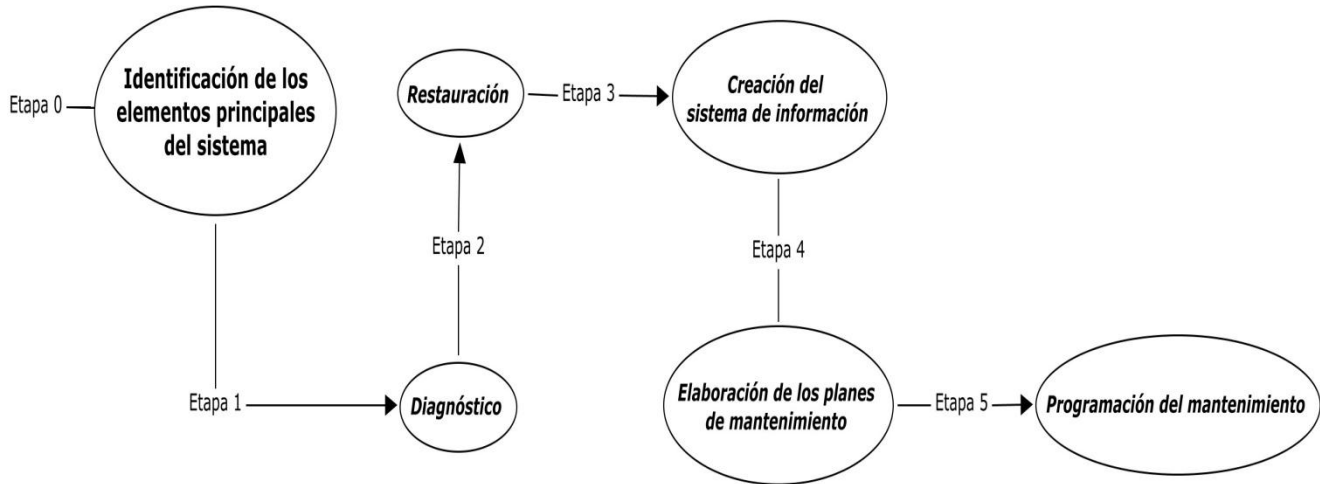


Figura 4.1 Metodología empleada para la realización de la propuesta
(Fuente: Elaboración propia).

4.1. Etapa 0. Identificación de los elementos principales del sistema

Esta etapa 0 tiene como propósito el describir las acciones de mantenimiento de la empresa, además de presentarnos la situación de la eficiencia de su maquinaria y personal actual en la que se encuentra la empresa.

Características de la maquinaria

El departamento de mantenimiento de la empresa lleva a cabo las tareas de mantenimiento programado en la mínima cantidad de maquinaria y aplica el mantenimiento correctivo al resto de los equipos de la planta, este mantenimiento es insuficiente ya que no se encuentran programas todos los equipos.

La empresa cuenta con 80 máquinas para su funcionamiento, divididas en 4 procesos los cuales son: Recepción de grano tabla 4.1, limpia tabla 4.2, molienda tabla 4.3 y empaque tabla 4.4.

Tabla 4.1 Máquinaria empleada para la recepción del grano
(Fuente: Información proporcionada por la empresa).

RECEPCIÓN DE GRANOS			
Nº	Nombre	Nº Serie / Fecha Fabricación	Ubicación Física
1	Elevador de cangilones Nº 1		1º Nivel
2	Escarpereitor	19308 / 21.2.85	1º Nivel
3	Elevador de cangilones Nº 2		Linternilla
4	Transportador de cadena de arrastre Nº 1		Linternilla
5	Transportador de cadena de arrastre Nº 2		Sótano
6	Elevador de cangilones Nº 3		Sótano
7	Transportador helicoidal de carga		1º Nivel
8	Malacate		1º Nivel
9	Pala mecánica Nº 1		1º Nivel
10	Pala mecánica Nº 2		1º Nivel

Tabla 4.2 Máquinaria empleada en el área de limpia
(Fuente: Información proporcionada por la empresa).

AREA DE LIMPIA			
N°	Nombre	N° Serie / Fecha Fabricación	Ubicación Física
1			5° Nivel
2	Elevador de cangilones Madrinas		6° Nivel
3	Transportador de cadena de arrastre de Silos		Sótano
4	Ventilador del Filtro		6° Nivel
5	Retentores neumáticos de impurezas		5° Nivel
6	Transportador helicoidal distribuidor a Tolva 1er reposo		5° Nivel
7	Rociador Intensivo 1er reposo		5° Nivel
8	Elevador de cangilones Lavada		6° Nivel
9	Separador de Trigo		5° Nivel
10	Motovibrador Separador de Trigo		5° Nivel
11	Ventilador Combinada		6° Nivel
12	Combinada	46000022 / ----	4° Nivel
13	Carter	52003 / ----	3° Nivel
14	Cepilladora de Trigo		2° Nivel
15	Transportador de cadena de arrastre recolector de madrinas		Sótano
16	Transportador helicoidal distribuidor a Tolva 2° reposo		5° Nivel
17	Rociador Intensivo 2° reposo		5° Nivel
18	Elevador de cangilones traspaleo		6° Nivel
19	Transportador helicoidal recolector de 2° reposo		Sótano
20	Ventilador extractor de aire		Sótano
21	Molino de Martillos	5757 / ----	1° Nivel

Tabla 4.3 Maquinaria empleada en el área de molinos
(Fuente: Información proporcionada por la empresa).

AREA DE MOLINOS			
N°	Nombre	N° Serie / Fecha Fab.	Ubicación Física
1	Desinfestador		5° Nivel
2	Bomba Soplante		Sótano
3	Retentor neumático de Bascula Harina		Sótano
4	Retentores neumáticos de Subproducto		5° Nivel
5	Cernedor de Control		2° Nivel
6	Transportador helicoidal de Harinas		2° Nivel
7	Retentores neumáticos 1		4° Nivel
8	Retentores neumáticos 2		4° Nivel
9	Retentores neumáticos 3		4° Nivel
10	Retentores neumáticos Filtro		4° Nivel
11	Pre Cernedor 1		4° Nivel
12	Pre Cernedor 2		4° Nivel
13	Aspiración Neumática		5° Nivel
14	Centrifugadora horizontal de Salvado #1	1053 / ----	2° Nivel
15	Centrifugadora horizontal de Salvado #2	46198 / ----	2° Nivel
16	Centrifugadora horizontal de Salvadillo #1		2° Nivel
17	Centrifugadora horizontal de Salvadillo #2		2° Nivel
18	Disgregador de sémolas C3 (Impactor)		Sótano
19	Disgregador de sémolas C1 (Impactor)		Sótano
20	Disgregador de sémolas 2° Nivel (Impactor)		2° Nivel
21	Transportador helicoidal de Trigo T1		4° Nivel
22	Motovibrador tarara		6° Nivel
23	Ventilador Chico (tarara)		6° Nivel
24	Elevador de cangilones de Molienda		6° Nivel
25	Transportador helicoidal de Molienda		Sótano
26	Cernedor Bulher		3° Nivel
27	Cernedor Hermeplan Morros 1		3° Nivel
28	Cernedor Hermeplan Morros 2		3° Nivel
29	Transmisión N° 1		Sótano
30	Transmisión N° 2		Sótano
32	Transportador helicoidal de Impurezas		4° Nivel
33	Dosificador de empachos		4° Nivel
34	Dosificador 1		4° Nivel
35	Dosificador 2		4° Nivel

Tabla 4.4. Maquinaria empleada en el área de empaque
(Fuente: Información proporcionada por la empresa).

DEPARTAMENTO DE EMPAQUE			
N°	Nombre	N° Serie / Fecha Fab.	Ubicación Física
1	Transportador helicoidal de harina 1 - 2		Empaque
2	Transportador helicoidal de harina 3 - 4		Empaque
3	Elevador de cangilones de Harina		Empaque
4	Ensacadora 10 kg	2881 - 2882 / ----	Empaque
5	Ensacadora 44 kg	2883 / ----	Empaque
6	Banda transportadora pequeña		Empaque
7	Banda transportadora Inclínada		Empaque
8	Banda transportadora grande		Empaque
9	Máquina costuradora 10 kg	1807 / ----	Empaque
10	Máquina costuradora 44 kg		Empaque
11	Ensacadora de Salvado		Subproducto
12	Ensacadora de Salvadillo		Subproducto
13	Cosedora portátil Salvado	612092F / ----	Subproducto
14	Cosedora portátil Salvadillo	709317 / ----	Subproducto

De este total de 80 máquinas empleadas en el proceso únicamente se tiene programado el mantenimiento a 8 máquinas que no deben fallar durante el proceso de producción; el mantenimiento de estas se realiza bajo el cumplimiento de un determinado número de horas, que en promedio son cada 2900 horas. Dicha programación se menciona a continuación.

Transmisión #1

Especificaciones:

- Motor: 100 H.P.
- Voltaje: 460
- Amperes 130
- Ubicación de piso: sótano

Refacciones:

- Baleros de motor 6220, 6313
- Flecha 2 3/16"
- Balero 22213cck
- Manguito ha313
- Soporte snh513
- Flecha: 2 7/16"
- Balero 22215cck
- Manguito ha315
- Soporte SNH 515-612

Actividades en el mantenimiento:

1. Lubricación de baleros del motor y transmisión
2. Cambio de baleros del moto
3. Revisión y apriete de poleas

El programa de mantenimiento que se maneja para estas máquinas, contiene una ficha técnica con sus especificaciones, además de contar con una lista de refacciones que se deben de considerar cuando se aplica dicha programación y por último se mencionan las actividades a realizar durante el mantenimiento.

El resto de las máquinas como son: la transmisión de bancos #2, la bomba Soplante, el cernido de control, el cernidor Bulher, cernidor morros #1, morros #2 y el ventilador de aspiración neumática se realizan según las horas de trabajo establecidas y sus actividades de mantenimiento.

Programación del mantenimiento

Como se viene mencionando, la empresa no cuenta con un programa formal de mantenimiento, el personal de mantenimiento de la planta se basa en su experiencia

y en las solicitudes de trabajo que los demás departamentos hacen llegar reportando algún tipo de falla.

Únicamente se cuenta con un breve programa que calendariza mediante un número de horas a 8 máquinas esenciales en el proceso de molienda del trigo, es decir, este solo está diseñado para las maquinas esenciales en el proceso del molino y no incluye a las 71 máquinas restantes que son de vital importancia para que el molino funcione.

El programa empleado en su estructura nos indica las próximas actividades del mantenimiento según el número de horas de producción solamente del área de molienda, el departamento de mantenimiento han enlistado un total de 8 equipos que son vitales para el funcionamiento.

La figura 4.2 muestra los datos que dispone el programa para la realización del mantenimiento para cada uno de los 8 equipos indispensables para el area del molino.

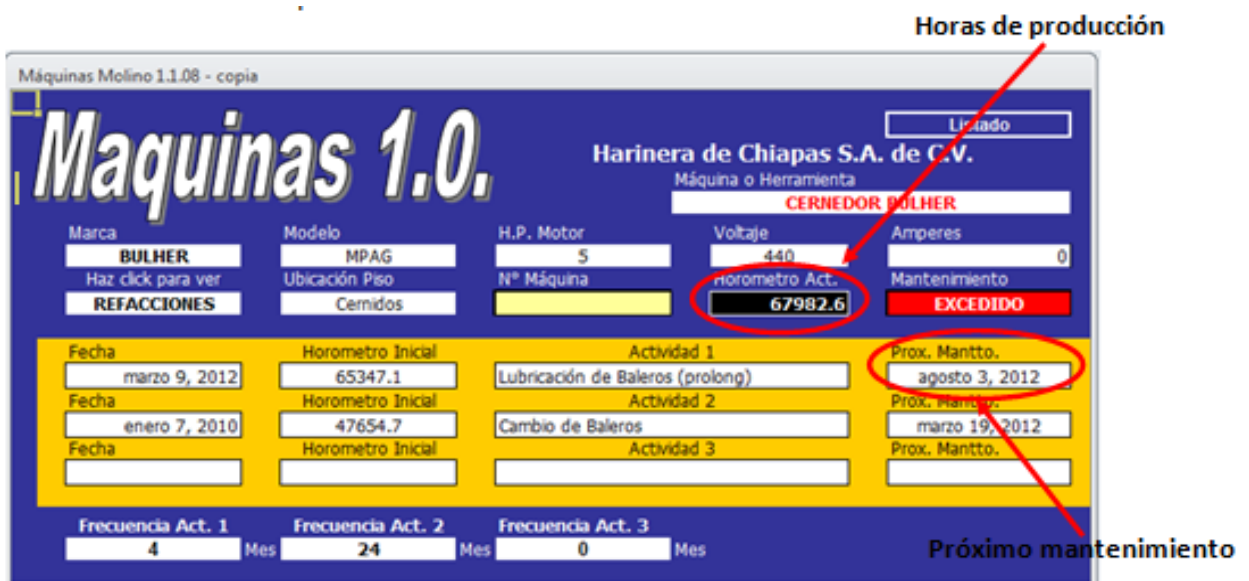


Figura 4.2 Hoja de cálculo empleada para arrojar fechas de mantenimiento según horas máquina. (Fuente: Información proporcionada por la empresa).

El resto de los equipos no reciben otro tipo de mantenimiento menor al establecido, únicamente reciben un mantenimiento correctivo.

Cabe señalar que la empresa cuenta con 72 equipos sin incluir en su programa de mantenimiento, los cuales no reciben algún tipo de mantenimiento menor, sólo reciben un mantenimiento correctivo, cuando la máquina ya no puede continuar trabajando.

Solicitudes de trabajo

El departamento de mantenimiento recibe alrededor de 5 solicitudes de trabajo diariamente del resto de los departamentos de la empresa para realizar reparaciones imprevistas, a continuación se muestra el proceso de recepción de solicitudes de trabajo:

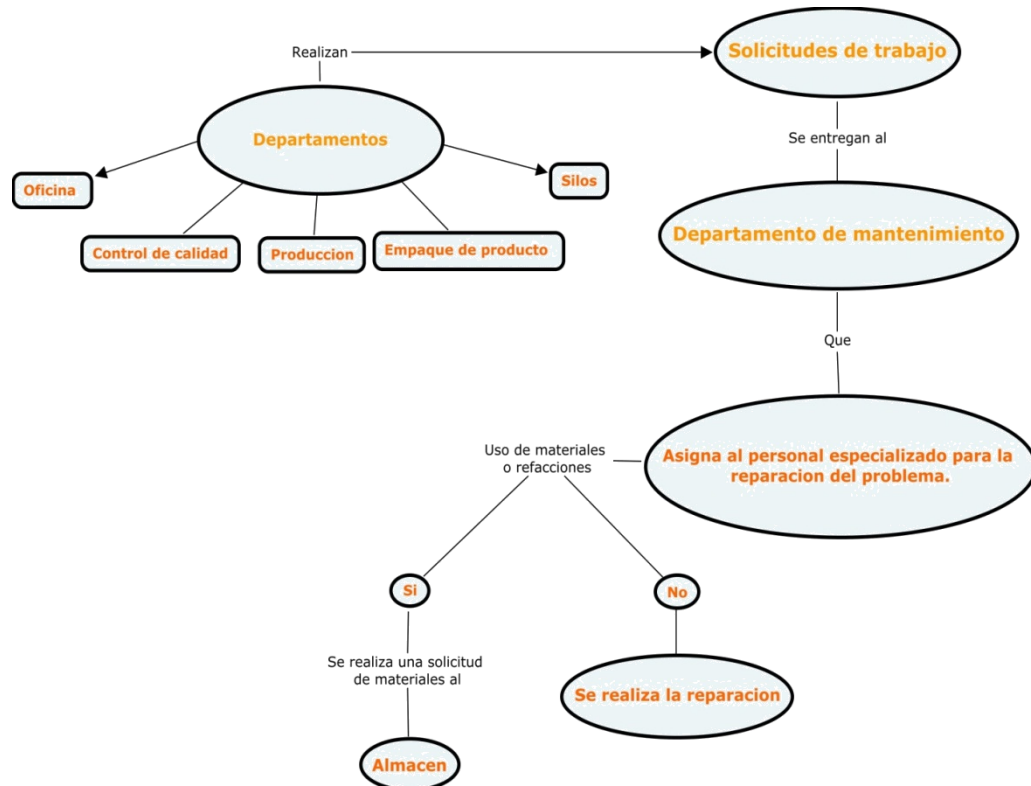


Figura 4.3 Proceso de las órdenes de trabajo
(Fuente: Elaboración propia)

La empresa no cuenta con un registro de solicitudes de trabajo, por lo que se procedió a la realización de dicho registro incorporando desde mes de enero al mes de julio del 2012 sumando un total de 142 de solicitudes procesadas para el departamento de mantenimiento durante ese tiempo. Dicho registro de órdenes de trabajo se presenta a continuación.

Tabla 4.5. Registro de solicitudes de trabajo del mes de enero-julio del 2012 (Fuente: Información proporcionada por la empresa).

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO
LISTA DE AVERIAS DETECTADAS EN RECORRIDO

AVERIA	ACCION		PARO		HORAS DE PARO	AREA	NIVEL	ESTADO			FECHA		HORAS EMPLEADAS
	CAMBIO	REPARACION	SI	NO				REPARADA	EN PROCESO	EN ESPERA	INICIO	FINALIZACION	
LIMPIEZA Y LUBRICACION GENERAL DE CADENAS Y MOTORES		X	X			SOTANO MOLINOS	0						
ALINEADO DE TUBERIAS Y COLOCACION DE ABRAZADERAS DE 85MM EN TUBERIA DE ELEVACION DE SALVADILLO		X		X		SOTANO MOLINOS	0						
ALINEACION DE TUBERIA C9		X	X			SOTANO MOLINOS	0						
COLOCAR SOPORTE DE FIJACION A TUBERIA C9		X	X			SOTANO MOLINOS	0	X			16/07/2012	16/07/2012	1
COLOCACION DE ABRAZADERAS DE 85MM Y SOPORTE DE FIJACION AL TECHO DE LA TUBERIA C8		X	X			SOTANO MOLINOS	0		X		16/07/2012		
CONDICIONAMIENTO DE ABRAZADERAS DE 75MM Y SOPORTE DE FIJACION AL TECHO DE LA TUBERIA C7		X	X			SOTANO MOLINOS	0		X		16/07/2012		
COLOCACION DE ABRAZADERA DE 75MM Y MANGUITO DE HULE A LA TUBERIA C4	X					SOTANO MOLINOS	0						
ALINEACION DE TUBERIA T5 Y COLOCACION DE ABRAZADERA DE 80MM	X	X	X			SOTANO MOLINOS	0						
BROCHE DE REGISTRO DE ZAPATO T5	X		X			SOTANO MOLINOS	0						
CORREGIR FUGA DE SALIDA DEL BANCO C3/CAMBIO DE SEGMENTO DE UN DIAMETRO DE 120MM		X	X			SOTANO MOLINOS	0						
ALINEACION Y COLOCACION DE ABRAZADERAS DE 75MM A LA TUBERIA C2		X	X			SOTANO MOLINOS	0						
COLOCACION DE ABRAZADERA DE 85MM EN LA TUBERIA C3		X	X			SOTANO MOLINOS	0						
COLOCACION DE ABRAZADERA DE 90MM Y SOPORTE DE FIJACION AL TECHO DE LA TUBERIA T4		X	X			SOTANO MOLINOS	0						
COLOCACION DE ABRAZADERA DE 85MM Y ACONDICIONAMIENTO DE SOPORTES DE FIJACION DE LA TUBERIA D1		X	X			SOTANO MOLINOS	0						
CAMBIO DE BROCHE DE REGISTRO DE ZAPATO T3	X		X			SOTANO MOLINOS	0						
COLOCACION DE ABRAZADERAS DE 100MM Y SOPORTES DE FIJACION AL TECHO DE LA TUBERIA T-2A		X	X			SOTANO MOLINOS	0		X				
CAMBIO DE BROCHE DE REGISTRO DE ZAPATO T2-B	X		X			SOTANO MOLINOS	0						
REPARAR FUGAS DE ACEITE DEL CARTER TRANSMISION DE ENGRANE DE LOS BANCOS T1, T1-A, T2 Y T2-A		X	X			PISO DE BANCO	1						
REPARAR SISTEMA DE EMBRAGUE AL BANCO T3 (NO DESMORAGA)		X	X			PISO DE BANCO	1						
ARREGLO POR DETERIORO DE LAS PUERTAS DEL BANCO T2		X	X			PISO DE BANCO	1						
ARREGLO DE PUERTAS DE ACRUCIO DEL BANCO T4 (SUP. E INFE.)		X	X			PISO DE BANCO	1						
CAMBIO DE SELLO DE PUERTAS DEL BANCO T4	X		X			PISO DE BANCO	1						
ARREGLO DE PUERTAS DE ACRUCIO DEL BANCO C1 (SUP. E INFE.)		X	X			PISO DE BANCO	1						
CAMBIO DE SELLO DE PUERTAS DEL BANCO C3	X		X			PISO DE BANCO	1						
ARREGLO DE MANILIA DEL BANCO C6 DE LA PUERTA INFERIOR		X	X			PISO DE BANCO	1						
CAMBIO DE SELLO DE LA PUERTA INFERIOR DEL BANCO C3	X		X			PISO DE BANCO	1						
ARREGLO DE VISAGRA DE LA PUERTA SUPERIOR DEL BANCO C1		X	X			PISO DE BANCO	1						
ENDEREZAR PUERTA Y CAMBIAR SELLO DE LA PUERTA INFERIOR DEL BANCO C2		X	X			PISO DE BANCO	1						
LIMPIEZA Y LUBRICACION GENERAL MOT. REDUCTOR		X	X			ROSCA DE HARINA	2						
CAMBIO DE LOS 4 EMPAQUES DE LAS TAPAS DE LA ROSCA	X		X			ROSCA DE HARINA	2						
LIMPIEZA Y LUBRICACION GENERAL A CADENAS Y MOTORES		X	X			CERNIDORES	3						
COLOCAR PLACA CON SUS RESPECTIVOS TORNILLOS DEL CERNIDO MORROS 2 EN LAS PASADAS C5 Y C6	X		X			CERNIDORES	3						
APLICACION DE PINTURA EN GENERAL AL CUERPO DEL CERNIDO		X	X			CERNIDORES	3						
LIMPIEZA Y LUBRICACION GENERAL A CADENAS Y MOTORES		X	X			EXCLUSAS	4						
REVISION DE NIVELES DE ACEITE DE LOS MOTO-REDUCTORES		X	X			EXCLUSAS	4						
LIMPIEZA Y LUBRICACION GENERAL A CADENAS Y MOTORES		X	X			NEUMATICOS	5						
LIMPIEZA Y LUBRICACION DE MOTORES EN EL AREA DE TOLVAS DE HAR.		X	X			NEUMATICOS	5						
LIMPIEZA Y LUBRICACION DE MOTORES		X	X			LIMPIA SOTANO	0						
PARCHAR CARCASAS DE LA ROSCA DE TRIGO LIMPIO		X	X			LIMPIA SOTANO	0						
RESANAR 2º DESCANSO DE LAS ESCALERAS AL SOTANO		X	X			LIMPIA SOTANO	0	X					
LUBRICACION Y LIMPIEZA DE MOTORES Y CADENAS DE TODA EL AREA.		X	X			LIMPIA	1						
CAMBIO DE TUBERIA DEL TUBO DE SALIDA DE LA ASTILLADORA AL ELEVADOR	X		X			LIMPIA	1						
REPARAR PASADON DE PUERTA DE ACCESO AL MOLINO DE MARTILLO.		X	X			LIMPIA	1						
PINTURA GENERAL AL CARTER.		X	X			LIMPIA	3						
RESANE DE PAREDES DE REGISTRO DE LAS TOLVAS.		X	X			LIMPIA	3						
PINTAR REGISTRO DE TOLVAS (PARED Y METAL).		X	X			LIMPIA	3						
CAMBIO DE CUBRECADENA DEL MOTOR DEL CARTER.	X		X			LIMPIA	3						
PINTAR EL TUBO DE ASPIRACION DEL COMBINADOR.		X	X			LIMPIA	4						
RESANAR GRIETAS DEL AREA.		X	X			LIMPIA	4						
PINTAR TUBO DE LA ROSCA ALIMENTADORA DEL SILO MADRINA.		X	X			LIMPIA	5						
SELLAR FUGAS EN LA ROSCA ALIMENTADORA SILO MADRINA.		X	X			LIMPIA	5						
REMOVER TOMA DE AGUA FUERA DE SERVICIO UBICADO EN LA ROSCA.		X	X			LIMPIA	5						
LIMPIEZA GENERAL DE PAREDES Y TECHO Y APLICACION DE PINTURA.		X	X			LIMPIA	5						
TAPAR CAJAS DE REGISTRO FUERA DE SERVICIO EN EL AREA DE SILO MADRINA		X	X			LIMPIA	5						
PINTURA GENERAL AL MOTOR, REDUCTOR Y CUBREBANDAS DEL MOTOR DE MANDO DE LA ROSCA DEL SILO MADRINA		X	X			LIMPIA	5						
CAMBIO DE BALEROS AL MOTOR DE MANDO DE LA ROSCA DEL SILO MADRINA	X		X			LIMPIA	5						
REPARAR FILTRACIONES DE AGUA EN LA ENTRADA A LA ROSCA DE LOS SILOS MADRINA		X	X			LIMPIA	5						
LIMPIEZA Y PINTURA A LAS ESCALERAS DE ACCESO A LA ROSCA DE LOS SILOS MADRINA		X	X			LIMPIA	5						
CAMBIO DE TUBERIA A LA ENTRADA DEL SEPARADOR	X		X			LIMPIA	5						
REMOVER MECATE DE LA CICLONETA DE LA PRIMERA EXCLUSA DE POLVO		X	X			LIMPIA	5						
PINTAR LOS ELEVADORES		X	X			LIMPIA	6						
PINTAR LA TUBERIA DE EXPULSION DEL VENTILADOR DE ASPIRACION GRAL.		X	X			LIMPIA	6						
REACONDICIONAR TUBERIA DE DE ASPIRACION DEL ELEVADOR DE TRIGO SUCIO.		X	X			LIMPIA	6						
COLOCACION DE CUBREBANDAS A MOTORES DEL VENTILADOR DE ASPIRACION TARARA DE MOLIENDA		X	X			LIMPIA	6						
CAMBIO DE POLEA DEL MOTOR DEL VENTILADOR DE ASP. COMBINADO.	X		X			LIMPIA	6						
CAMBIO DE TRANSMISION DEL VENTILADOR DE ASP. COMBINADA.	X		X			LIMPIA	6						
REMOVER ALAMBRO DEL CICLON DEL VENTILADOR DE ASP. COMBINADA.		X	X			LIMPIA	6						
PINTAR LA BASE DE CONCRETO DEL MOTOR DEL ELEVADOR		X	X			SILO MADRINA							
LIMPIEZA Y LUBRICACION DEL MOTOR SILO-MADRINA		X	X			SILO-MADRINA							
REPARAR PISO DE ESTRUCTURA METALICA DEL ANDADOR DEL ELEVADOR		X	X			SILO-MADRINA							
PINTAR TODAS LAS TAPAS DE LOS TANQUES DE AGUA		X	X			SILO-MADRINA			X		20/07/2012		3

Como se observa en la tabla antes mencionada podemos percatarnos que un 80% de las solicitudes registradas son problemas del área de producción y el resto por reparaciones menores. Esto genera un panorama general de la situación en que se encuentra la empresa.

Personal de mantenimiento

El departamento tiene a su disposición 12 personas para realizar el mantenimiento de toda la empresa de los cuales.

- 2 Mecánicos
- 1 Eléctrico
- 1 Albañil
- 1 Peón
- 1 Tornero
- 1 Carpintero
- 3 Encargados de limpieza general y áreas verdes
- 1 Ing. Eléctrico
- 1 Jefe del área de mantenimiento que se encarga de la supervisión de los trabajos y la supervisión de los camiones de carga de la empresa.

En total este personal se encarga del mantenimiento de todo el equipo e infraestructura de la empresa, la cual por las dimensiones de la empresa como se muestra en la figura 4.4 resulta insuficiente el personal del área.



Figura 4.5 Infraestructura de la empresa
(Fuente: Elaboración Propia)

Área de aplicación del TPM en la empresa

El área de aplicación del TPM se llevara a cabo en el área de recepción del grano, el área de limpia y por último el área del molino como se ve representado en la siguiente figura 4.6 y 4.7.

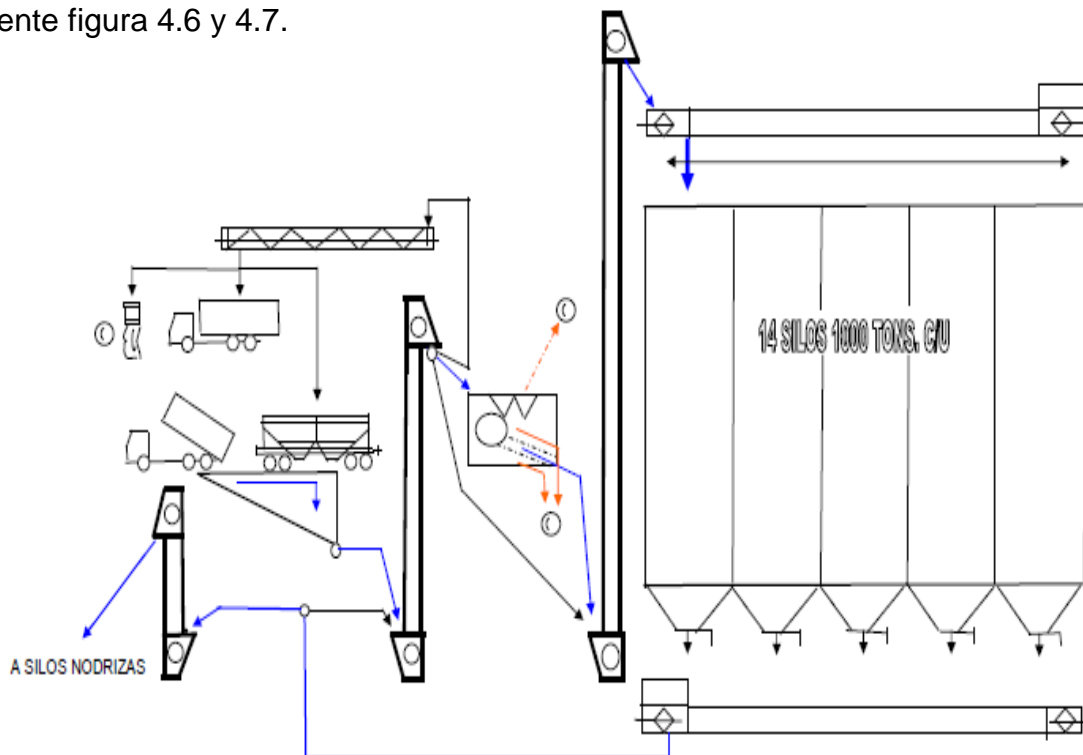


Figura 4.6 Recepción del grano
(Fuente: Información proporcionada por la empresa)

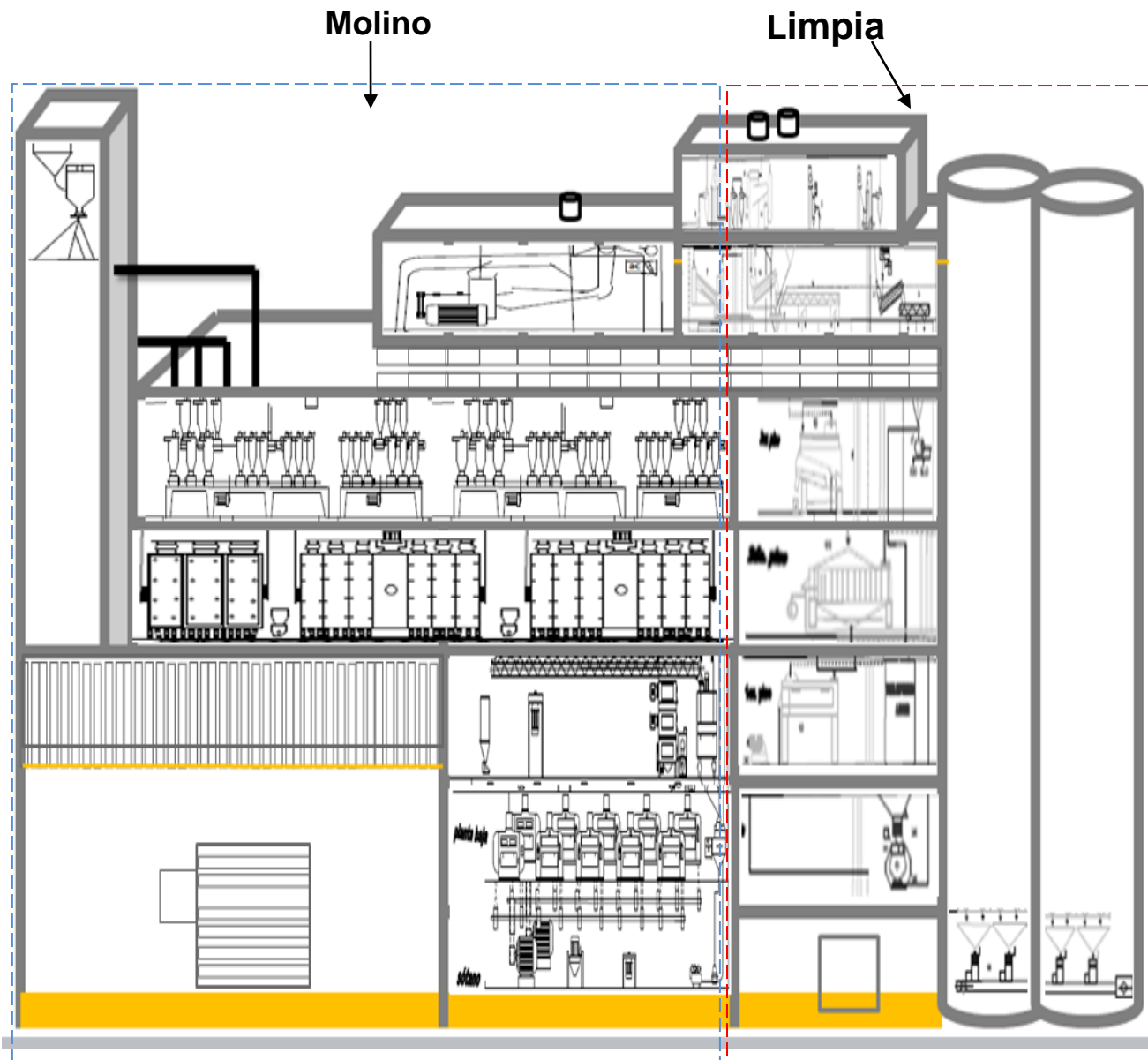


Figura 4.7 Área de molino y limpia
(Fuente: Elaboración propia)

En total suman 55 máquinas vitales para el funcionamiento de la planta, el sistema del área de recepción de granos y molino es en serie, es decir, si una máquina se detiene por alguna falla todo el proceso se detiene. El área de la limpia puede trabajar sin una de sus 20 máquinas en funcionamiento, el resto de las áreas no.

Capítulo 5

Aplicación de la metodología

En este capítulo se desarrollara la metodología propuesta para la creación del programa de mantenimiento para la empresa. En la etapa número 1 se presentara el diagnostico, es decir, la medición de la situación en la que se encuentran los equipos para restaurarlos y llevarlos a un punto cero de donde partirá la programación del mantenimiento.

5.1. Etapa 1: Diagnóstico

Condición actual de los equipos

Para conocer las condiciones en las que se encuentran los equipos se elaboró un formato para identificar cualquier tipo de falla en los equipos o en el entorno del trabajo del operario aun reportado o detectado, el formato que se elaboró funciona de la misma manera de las tarjetas TPM y se muestra en la figura 5.2.

HARINERA DE CHIAPAS S.A. DE C.V. DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		NIVEL:		FECHA:			
AREA:		NIVEL:		FECHA:			
RECORRIDOS PARA LA DETECCION DE AVERIAS							
N°	Observaciones	Acciones		Material a emplear	Cantidad	Paro de maquina	
		Cambio	Reparacion			Si	No
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
Sugerencias:							
REALIZO:				FIRMA:			

Figura5.2 Formato de recorrido empleado para la detección de fallas y averías (Fuente: Elaboración propia).

El recorrido se realizó en el área de producción y limpia de la empresa y se obtuvo un registro de 71 averías aun no reportadas ni detectadas por el personal de producción, estas fallas disminuyen el buen funcionamiento y aceleran el deterioro

del equipo. A Continuación se presenta el registro de las averías registradas en los formatos.

Tabla 5.1 Resultados de empleo de los formatos de recorridos (Fuente: Elaboración Propia).

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO
LISTA DE AVERIAS DETECTADAS EN RECORRIDO

AVERIA	ACCION		PARO		HORAS DE PARO	AREA	NIVEL	ESTADO			FECHA		HORAS EMPLEADAS
	CAMBIO	REPARACION	SI	NO				REPARADA	EN PROCESO	EN ESPERA	INICIO	FINALIZACION	
LIMPIEZA Y LUBRICACION GENERAL DE CADENAS Y MOTORES		X	X			SOTANO MOLINOS	0						
ALINEADO DE TUBERIAS Y COLOCACION DE ABRAZADERAS DE 85MM EN TUBERIA DE ELEVACION DE SALVADILLO		X		X		SOTANO MOLINOS	0						
ALINEACION DE TUBERIA C9		X	X			SOTANO MOLINOS	0						
COLOCAR SOPORTE DE FIJACION A TUBERIA C9		X	X			SOTANO MOLINOS	0	X			16/07/2012	16/07/2012	1
COLOCACION DE ABRAZADERAS DE 85MM Y SOPORTE DE FIJACION AL TECHO DE LA TUBERIA C8		X	X			SOTANO MOLINOS	0		X		16/07/2012		
COLOCACION DE ABRAZADERAS DE 75MM Y SOPORTE DE FIJACION AL TECHO DE LA TUBERIA C7		X	X			SOTANO MOLINOS	0		X		16/07/2012		
COLOCACION DE ABRAZADERA DE 75MM Y MANGUITO DE HULE A LA TUBERIA C4	X					SOTANO MOLINOS	0						
ALINEACION DE TUBERIA T5 Y COLOCACION DE ABRAZADERA DE 80MM		X	X	X		SOTANO MOLINOS	0						
BROCHE DE REGISTRO DE ZAPATO T5	X			X		SOTANO MOLINOS	0						
REPARAR FUGA DE SALIDA DEL BANCO C1 CAMBIO DE SEGURO DE UN DIAMETRO DE 120MM		X	X			SOTANO MOLINOS	0						
ALINEACION Y COLOCACION DE ABRAZADERAS DE 75MM A LA TUBERIA C2		X	X	X		SOTANO MOLINOS	0						
COLOCACION DE ABRAZADERA DE 85MM EN LA TUBERIA C3		X	X			SOTANO MOLINOS	0						
COLOCACION DE ABRAZADERA DE 90MM Y SOPORTE DE FIJACION AL TECHO DE LA TUBERIA T4		X	X			SOTANO MOLINOS	0						
COLOCACION DE ABRAZADERA DE 85MM Y ACCIONAMIENTO DE SOPORTES DE FIJACION DE LA TUBERIA D1		X	X	X		SOTANO MOLINOS	0						
CAMBIO DE BROCHE DE REGISTRO DE ZAPATO T3	X			X		SOTANO MOLINOS	0						
COLOCACION DE ABRAZADERAS DE 100MM Y SOPORTES DE FIJACION AL TECHO DE LA TUBERIA T-2A		X	X	X		SOTANO MOLINOS	0		X				
CAMBIO DE BROCHE DE REGISTRO DE ZAPATO T2-B	X			X		SOTANO MOLINOS	0						
REPARAR FUGAS DE ACEITE DEL CARTER TRANSMISION DE ENGRANE DE LOS BANCOS T1, T1-A, T2 Y T2-A		X	X			PISO DE BANCO	1						
AJUSTAR SISTEMA DE EMBRAGUE AL BANCO T2 (NO DESEBRAGA)		X	X			PISO DE BANCO	1						
ARREGLO POR DETERIORO DE LAS PUERTAS DEL BANCO T2		X	X	X		PISO DE BANCO	1						
ARREGLO DE PUERTAS DE ACRILICO DEL BANCO T4 (SUP. E INFE.)		X	X	X		PISO DE BANCO	1						
CAMBIO DE SELLO DE PUERTAS DEL BANCO T4	X			X		PISO DE BANCO	1						
ARREGLO DE PUERTAS DE ACRILICO DEL BANCO C1 (SUP. E INFE.)		X	X	X		PISO DE BANCO	1						
CAMBIO DE SELLO DE PUERTAS DEL BANCO C3	X			X		PISO DE BANCO	1						
ARREGLO DE MANIVELA DEL BANCO C6 DE LA PUERTA INTERIOR		X	X	X		PISO DE BANCO	1						
CAMBIO DE SELLO DE LA PUERTA INTERIOR DEL BANCO C2	X			X		PISO DE BANCO	1						
ARREGLO DE VIGAS DE LA PUERTA SUPERIOR DEL BANCO C1		X	X	X		PISO DE BANCO	1						
ENDEREZAR PUERTA Y CAMBIAR SELLO DE LA PUERTA INTERIOR DEL BANCO C2		X	X			PISO DE BANCO	1						
LIMPIEZA Y LUBRICACION GENERAL MOT. REDUCTOR		X	X			ROSCA DE HARINA	2						
CAMBIO DE LOS 4 EMPAQUES DE LAS TAPAS DE LA ROSCA	X			X		ROSCA DE HARINA	2						
LIMPIEZA Y LUBRICACION GENERAL A CADENAS Y MOTORES		X	X	X		CERNICORES	3						
COLOCAR PLACA CON SUS RESPECTIVOS TORNILLOS DEL CERNIDO MORROS 2 EN LAS PASADAS C5 Y C6	X			X		CERNICORES	3						
APLICACION DE PINTURA EN GENERAL AL CUERPO DEL CERNIDO		X	X			CERNICORES	3						
LIMPIEZA Y LUBRICACION GENERAL A CADENAS Y MOTORES		X	X	X		EXCLUSAS	4						
REVISION DE NIVELES DE ACEITE DE LOS MOTOS REDUCTORES		X	X			EXCLUSAS	4						
LIMPIEZA Y LUBRICACION GENERAL A CADENAS Y MOTORES		X	X	X		NEUMATICOS	5						
LIMPIEZA Y LUBRICACION DE MOTORES EN EL AREA DE TOLVAS DE HAR.		X	X	X		NEUMATICOS	5						
LIMPIEZA Y LUBRICACION DE MOTORES		X	X	X		LIMPIA SOTANO	0						
PARCHAR CARCASAS DE LA ROSCA DE TRIGO LIMPIO		X	X	X		LIMPIA SOTANO	0						
RESANAR 2º DESCANDO DE LAS ESCALERAS AL SOTANO		X	X	X		LIMPIA SOTANO	0	X					
LUBRICACION Y LIMPIEZA DE MOTORES Y CADENAS DE TODA EL AREA		X	X	X		LIMPIA	1						
CAMBIO DE TUBERIA DEL TUBO DE SALIDA DE LA ASTILLADORA AL ELEVADOR	X			X		LIMPIA	1						
REPARAR PASADIZO DE PUERTA DE ACCESO AL MOLINO DE MARTILLO		X	X	X		LIMPIA	1						
PINTURA GENERAL AL CARTER		X	X	X		LIMPIA	3						
RESANE DE PAREDES DE REGISTRO DE LAS TOLVAS		X	X	X		LIMPIA	3						
PINTAR REGISTRO DE TOLVAS (PARED Y METAL)		X	X	X		LIMPIA	3						
CAMBIO DE CUBRECADENA DEL MOTOR DEL CARTER	X			X		LIMPIA	3						
PINTAR EL TUBO DE ASPIRACION DEL COMBINADOR		X	X	X		LIMPIA	4						
RESANAR GRIETAS DEL AREA		X	X	X		LIMPIA	4						
PINTAR TUBO DE LA ROSCA ALIMENTADORA DEL SILO MADRINA		X	X	X		LIMPIA	5						
SELLAR FUGAS EN LA ROSCA ALIMENTADORA DEL SILO MADRINA		X	X	X		LIMPIA	5						
REMOVER TOMA DE AGUA FUERA DE SERVICIO UBICADO EN LA ROSCA		X	X	X		LIMPIA	5						
LIMPIEZA GENERAL DE PAREDES Y TECHO Y APLICACION DE PINTURA		X	X	X		LIMPIA	5						
TAPAR CAJAS DE REGISTRO FUERA DE SERVICIO EN EL AREA DE SILO MADRINA		X	X	X		LIMPIA	5						
PINTURA GENERAL AL MOTOR, REDUCTOR Y CUBREBANDAS DEL MOTOR DE MANDO DE LA ROSCA DEL SILO MADRINA		X	X	X		LIMPIA	5						
CAMBIO DE BALEROS AL MOTOR DE MANDO DE LA ROSCA DEL SILO MADRINA	X			X		LIMPIA	5						
REPARAR FILTRACIONES DE AGUA EN LA ENTRADA A LA ROSCA DE LOS SILOS MADRINA		X	X	X		LIMPIA	5						
LIMPIEZA Y PINTURA A LAS ESCALERAS DE ACCESO A LA ROSCA DE LOS SILOS MADRINA		X	X	X		LIMPIA	5						
CAMBIO DE TUBERIA A LA ENTRADA DE SEPARADOR	X			X		LIMPIA	5						
REMOVER MECATE DE LA COLONETA DE LA PRIMERA EXCLUSA DE POLVO		X	X	X		LIMPIA	5						
PINTAR LOS ELEVADORES		X	X	X		LIMPIA	6						
PINTAR LA TUBERIA DE EXPULSION DEL VENTILADOR DE ASPIRACION GRAL.		X	X	X		LIMPIA	6						
REACONDICIONAR TUBERIA DE DE ASPIRACION DEL ELEVADOR DE TRIGO SUICO		X	X	X		LIMPIA	6						
COLOCACION DE CUBREBANDAS A MOTORES DEL VENTILADOR DE ASPIRACION TARARA DE MOIENDA		X	X	X		LIMPIA	6						
CAMBIO DE POLEA DEL MOTOR DEL VENTILADOR DE ASP. COMBINADO	X			X		LIMPIA	6						
CAMBIO DE TRANSICION DEL VENTILADOR DE ASP. COMBINADO	X			X		LIMPIA	6						
REMOVER ALAMBRE DEL CICLON DEL VENTILADOR DE ASP. COMBINADA		X	X	X		LIMPIA	6						
PINTAR LA BASE DE CONCRETO DEL MOTOR DEL ELEVADOR		X	X	X		SILO-MADRINA							
LIMPIEZA Y LUBRICACION DEL MOTOR SILO-MADRINA		X	X	X		SILO-MADRINA							
REPARAR PISO DE ESTRUCTURA METALICA DEL ANIDADOR DEL ELEVADOR		X	X	X		SILO-MADRINA							
PINTAR TOLVAS LAS TAPAS DE LOS TANQUES DE AGUA		X	X	X		SILO-MADRINA			X		20/07/2012		3

Con los formatos se detectaron averías aun no reportadas, como puede observarse en la figura 5.3 la falta de responsabilidad de los operarios del área de producción al

no reportar estos desperfectos puede ocasionar altos costo de reparación ya que una pequeña falla puede desencadenar una mayor, aumentando su costo y tiempo de reparación.

Deterioros en tuberías de producto

Falta de limpieza a equipos



Atasques de producto por mal funcionamiento de la máquina

Fugas de aceite

Figura 5.3 Algunas averías detectadas (Fuente: Elaboración Propia).

Grupos de trabajo para el mantenimiento planeado

La empresa solo cuenta con un equipo de trabajo, este único grupo de trabajo está conformado por 1 tornero y 2 mecánicos con la experiencia necesaria para la aplicación de los planes de mantenimiento.

Este grupo se encarga de la realización de los planes de mantenimiento como lo específica la programación, además, de la Elaboración de especificaciones y números de refacciones de motores y máquinas para su posterior registro en el programa.

Esto con la finalidad de conocer que piezas o refacciones se deben tener en el almacén de refacciones para el próximo mantenimiento.

Medición de eficiencia de los equipos antes de la aplicación del TPM. (MTBF y MTTR).

Para la realización de estos cálculos se debe seleccionar una máquina esencial en el proceso, una vez seleccionada se procede a la obtención de información de nuestra base de datos para conocer: el número de horas o días de trabajo, los paros realizados por fallas, reparaciones, y del tiempo de reparación de las fallas; esto con la finalidad de aplicar las fórmulas 2 y 3 para la obtención de los cálculos de confiabilidad del equipo. A continuación se presenta un ejemplo:

Para la aplicación de los cálculos de confiabilidad en el área de limpia se selecciona un elevador de cangilones, ver figura 5.4 por ser una máquina esencial en dicho proceso.

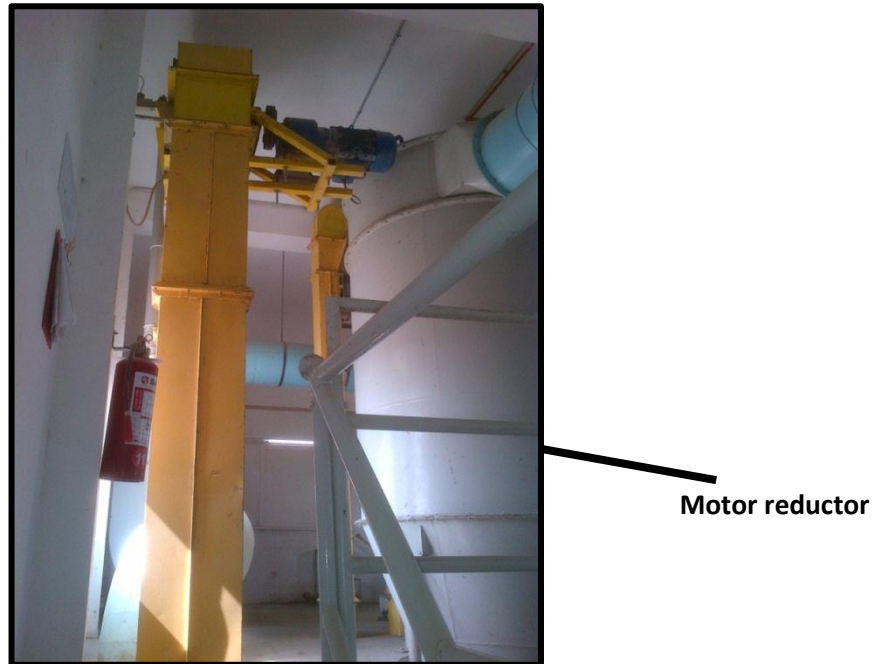


Figura 5.4 Elevador de cangilones
(Fuente: Elaboración Propia)

Datos obtenidos de la máquina esencial en el área de la limpia de la empresa ver tabla 5.2.

Tabla 5.2 Datos del elevador de cangilones
(Fuente: Elaboración propia)

Descripción	Unidad	Cantidad
Tiempo total de producción	Horas	300.6
Tiempo total de inactividad	Horas	14
Paros	Horas	3

Obtención del MTBF y el MTTR del elevador de cangilones y sus dos elementos, empleando las ecuaciones correctas. Previamente mencionadas.

$$MTBF = Ht/p$$
$$MTTR = Hp/p$$

Donde.

HT: Horas trabajadas o de marcha durante el período de evaluación

p: Número de paros durante el período de evaluación

Hp: Horas de paro durante el período de evaluación

Cálculos del Motor reductor:

Tabla 5.3 Resultado de operaciones
(Fuente: Elaboración propia)

MTBF	100 horas
MTTR	4.6 horas

El tiempo en que se presenta cada falla fue de 100 horas y el tiempo en el que fueron reparadas las fallas fueron de 4.6 horas en total.

Y el cálculo de la disponibilidad se obtiene con la siguiente ecuación

$$D = (MTBF / (MTBF + MTTR)) \times 100$$

$$D = (100 / (100 + 4.6)) \times 100 = 95.60$$

Con estos resultados se obtiene la eficiencia de los equipos; en este equipo resulto ser de 95.60% de disponibilidad, que se podrá aumentar al implementar la programación del mantenimiento.

Indicadores de desempeño de los operarios en su participación en el mantenimiento.

Para llevar a cabo la medición del desempeño de los trabajadores se deben aplicar las siguientes formulas y tomar medidas adecuadas según sean los resultados.

$$\frac{\text{Horas de mantenimiento preventivo realizado por los operarios}}{\text{Total de horas de mantenimiento preventivo}}$$

$$\frac{\text{Inactividad del equipo relacionado con el mantenimiento (período actual)}}{\text{Inactividad del equipo relacionado con el mantenimiento (año anterior durante el mismo período)}}$$

$$\frac{\text{Horas de mejoramiento del equipo realizado por los operarios}}{\text{Total de horas trabajadas por los operarios}}$$

5.2. Etapa 2: Restauración

En esta fase se busca la reconstrucción de los equipos a su estado ideal para aumentar su periodo de vida útil para la empresa. Se detectaron equipos en mal estado Este deterioro se trata primeramente de reducirlos y posteriormente eliminarlos con la ayuda de los formatos de recorrido seguido y del mantenimiento planeado.

Resultados de los formatos de recorrido

Como se mencionó anteriormente en el capítulo 4, tabla 4.13 con estos formatos de recorridos se obtuvieron alrededor de 71 observaciones de deterioro y falla en los equipos e infraestructura tanto del resto de las áreas de la empresa.

Con estas observaciones obtenidas se atendieron algunas fallas cuyos resultados obtenidos se presentan a continuación en las figuras.

ANTES

DESPUES

Con la fabricación de estos cubrecadenas se evitara accidentes en el trabajo, protegiendo con esto al trabajador en el nivel 1 del área de limpia.



Figura 5.5 Fabricación y montaje de un cubrecadena para evitar accidentes (Fuente: Elaboración Propia).

La aplicación de la nueva capa de pintura ayudara a evitar la corrosión, manteniendo el buen estado de las tapas de almacenamiento de agua ubicados en los silos madrinas.



Figura 5.6 Restauración de tapas de almacenamiento de agua. (Fuente: Elaboración Propia).

Con la rehabilitación de las tuberías en sótano del área de molino disminuirán los desperdicios de producto y mejoran la imagen de las tuberías.



Figura 5.7 Colocación de colgantes a tuberías de producto.
(Fuente: Elaboración Propia).

Restauración de acceso a cuarto de silos madrinas (Almacenamiento de trigo), anteriormente una fuga de agua estaba ocasionando el problema, esta fuga se reparó, el área se limpió y rehabilito para que los trabajadores se sientan a gusto.



Figura 5.8 Restauración de infraestructura dentro del área de almacenamiento.
(Fuente: Elaboración Propia).

Con la nueva fabricación de cubrecadenas del separador se pretenden evitar accidentes por partes de los operarios.

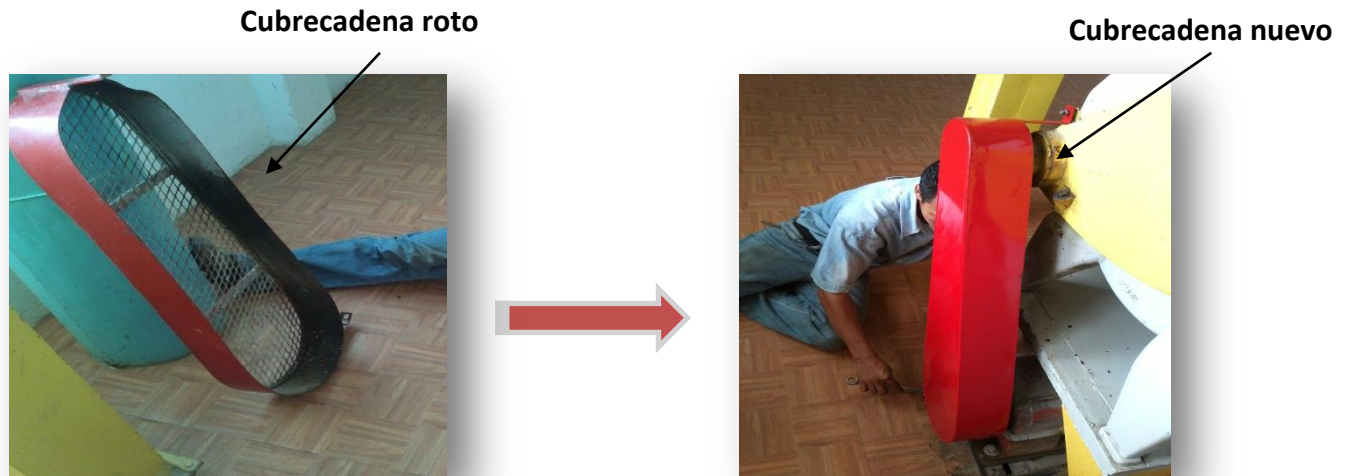


Figura 5.9 Fabricación y cambio de un cubrecadena de maquinaria del área de limpia por deterioró. (Fuente: Elaboración Propia).

La aplicación de nueva pintura a los cernidos de harina ayudara a mejorar la presentación de las máquinas, ya que anteriormente los cernidos se encontraban pintados por colores independientes, con la aplicación de el mismo color de pintura se pretende estandarizar los colores de loe equipos.



Figura 5.10 Restauración de los cernidos. (Fuente: Elaboración Propia).

La restauración del cuarto de silos mdrinas por falta de limpieza anteriormente ocasiono el deterioro de este cuarto, se realizó la limpieza adecuada y se restauró esta área.

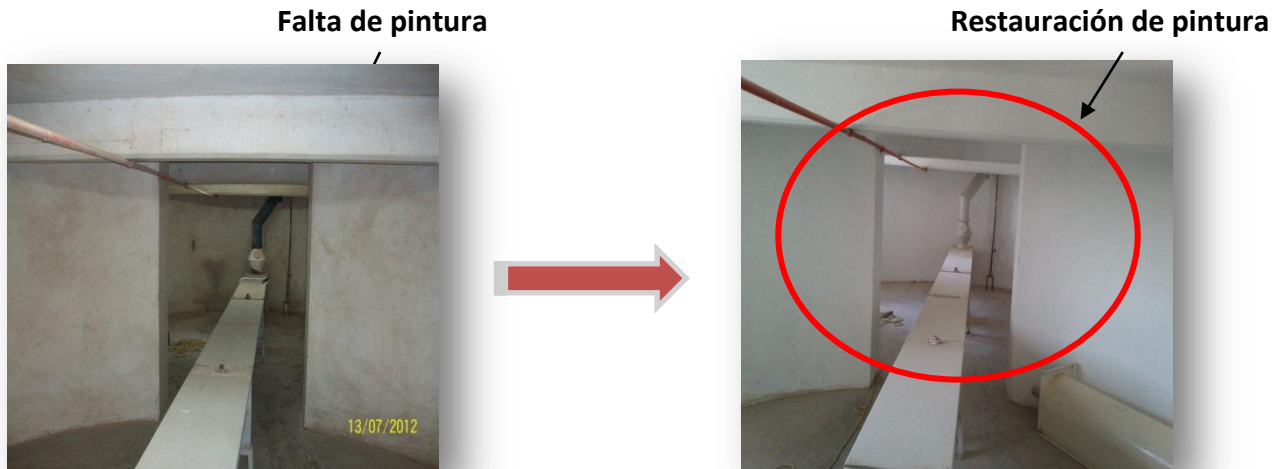


Figura 5.11 Reconstrucción de infraestructura detectada
(Fuente: Elaboración Propia).

Fotos de averías detectadas aun no reparadas

La siguiente figura 5.12 muestra una fuga de aceite en una máquina del molino que lleva alrededor de 3 meses.



Figura 5.12 Fugas de aceite en el área de transmisión.
(Fuente: Elaboración Propia).

La figura 5.13 muestra la falta de limpieza en los equipos en la empresa.



Figura 5.13 Falta de limpieza a motores.
(Fuente: Elaboración Propia).

Ahora se muestra un motor expuesto a la intemperie sin recibir algún tipo de mantenimiento.



Figura 5.14 Restauración de maquinaria e infraestructura expuesta.
(Fuente: Elaboración Propia).

La siguiente figura presenta las fugas que presentan equipos, cuyas fallas son reparadas de esa manera.



Figura 5.15 Reparación de equipos.
(Fuente: Elaboración Propia).

El deterioro de los equipos es por la falta de mantenimiento y limpieza, se encuentran descuidados y se les da la atención cuando presentan problemas.



Figura 5.16 Deterioro de equipos por descuido.
(Fuente: Elaboración Propia).


5.3. Etapa 3: Elaboración de un sistema de información

En esta etapa, se recopiló y organizó la información que la empresa disponga sobre las fallas y averías reportadas por el resto de los departamentos de la empresa, para llevar a cabo su captura e ir formando un registro histórico de averías.

Este registro se realizó en una hoja de cálculo y contiene datos como: descripción de la avería, la fecha en que ocurrió, en que equipo sucedió y la asignación de un color por nivel en el que haya sucedido.

Esto con la finalidad de que la empresa cuente con una base de datos que le permita consultar en que área de la empresa se realizó la última solicitud o reparación.

Tabla 5.4 sistema de información del área de mantenimiento
(Fuente: Elaboración propia).

HARINERA DE CHIAPAS S.A. DE C.V.						
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO						
						
REGISTRO DE FALLAS DEL PERIODO ENERO-JUNIO DEL 2012						
Nº	DESCRIPCION DE FALLAS	FECHA	EQUIPO	DEPARTAMENTO	UBICACION	PRIORIDAD
1	TAPAR FUGA BARRA DE AGUJA	02/07/2012	COCEDORA 10 KG	BODEGA	EMPAQUE	UN2
2	ARREGLAR PASO DE TRIGO	03/07/2012	ELEVADOR #3	SILOS	SILOS	UN1
3	FUGA DE ACEITE	03/07/2012	COCEDORA 10 KG	BODEGA	EMPAQUE	UN1
4	REVISAR RUIDO EN EL CARTER	03/07/2012	BANCO T2-A	PRODUCCION	MOLINO	UN1
5	REVISAR	04/07/2012	COCEDORA 10 KG	BODEGA	EMPAQUE	UN1
6	CAMBIO DE LAMPARA 1X39W	04/07/2012	LUMINARIA	BODEGA	EMPAQUE	UN1
7	FABRICACION DE DOS BANCOS	07/07/2012		BODEGA	EMPAQUE	UN2
8	REPARAR CAJA	10/07/2012	EMBASADORA DE 44 KG.	BODEGA	EMPAQUE	UN1
9	REPARAR ELEVADOR	18/07/2012	ELEVADOR CUACHE	PRODUCCION	LIMPIA	UN1
10	REPARAR	23/07/2012	CAMARA DE CIRCUITO	VIGILANCIA	PUERA PRINCIPAL	UN1
11	TENSAR CADENA	23/07/2012	MALACATE	SILOS	SILOS	UN1
12	REVISION DE PERNOS	02/06/2012	IMPACTOR (DVI 1)	PRODUCCION	MOLINO	P1
13	CAMBIO DE CILINDRO	02/06/2012	BANCO T3 A	PRODUCCION	MOLINO	P1
14	FUGA DE POLVO LADO TURBINA	02/06/2012	MOLINO (MARTILLO)	PRODUCCION	MOLINO	1
15	TUBERIAS DE BAJADA AL SEPARADOR ESTAN ROTAS	04/06/2012		PRODUCCION	MOLINO	1
16	ARREGLO DE MARIPOSA DE COCEDORA DE 10KG Y 44 KG ALARGAR TORNILLO	04/06/2012		BODEGA	EMPAQUE	UN1
17	ARREGLAR LAMPARAS(PISO MOLINO MARTILLO SOTANO)	04/06/2012		PRODUCCION	MOLINO	UN1
18	FOCOS PILOTOS NO ALUMBRAN	04/06/2012		SILOS	SILOS	UN1
19	ARREGLAR CHUMACERA DEL ELEVADOR NUMERO 3	06/06/2012		SILOS	SILOS	UN1
20	CHECAR VIBRADOR POR QUE HACE MUCHO RUIDO	06/06/2012	VIBRADOR 44KG	PRODUCCION	EMPAQUES	UN1
21	SOLDAR BIABLITO ROTO	08/06/2012		BODEGA	BODEGA	UN1
22	FABRICACION DE 6 BANCOS SEGUN MUESTRAS	12/06/2012		PRODUCCION	PLANTA	UN1
23	NO ENCIENDE	14/06/2012	COCEDORA DE SUBPRODUCTO	BODEGA	SUBPRODUCTO	UN1
24	PONER GOMAS DE HULE EN LAS PATAS DEL ESTANTE DE LA COSTALERA	15/06/2012		BODEGA	EMPAQUE	UN1
25	PARCHAR FUGA EN LA PARTE DE ABAJO DEL CAJON	18/06/2012	REDLER DEL TUNEL	LIMPIA	TUNEL	UN1
26	BANDA ROTA	19/06/2012	BANDA TRANSP. 44	PRODUCCION	EMPAQUES	UN1
27	RESANAR PARED EN EL PISO DE TOLVAS DE REPOSO	19/06/2012		PRODUCCION	MOLINO	P1
28	COLOCAR HULE A LAS PATAS DEL MUEBLE PARA PONER COSTALES	19/06/2012		BODEGA	EMPAQUE	UN1
29	REPARAR PARED EN MAL ESTADO	19/06/2012		BODEGA	EMPAQUE	UN1
30	SOLDAR SEGURO DE REGISTRO	21/06/2012		PRODUCCION	LIMPIA	UN1
31	REVISAR RODILLO YA QUE HACE MUCHO RUIDO	21/06/2012	BANDA SUBPRODUCTO	BODEGA	SUBPRODUCTO	UN1
32	ARREGLAR CABLE DESCONECTADO	21/06/2012	MICROEMPACADORA 10KG	PRODUCCION	EMPAQUE	UN1
33	ATORNILLAR TAPAS DE LA ROSCA	22/06/2012	ROSCA MADRINAS	LIMPIA	CASETA DE MADRINAS	UN1
34	CALIBRAR TODAS LAS BASCULAS DE PESAJE IMECO	22/06/2012		PRODUCCION	MOLINO	P1
35	PONER TAPA AL REGISTRO Y ARREGLAR CABLES SUELTOS DEL VIBRADOR	23/06/2012		BODEGA	EMPAQUE	UN1
36	SE CHISPA EL HILO DE LA AGUJA	25/06/2012	COCEDORA MANUAL	BODEGA	SUBPRODUCTO	UN1
37	TENSAR CADENA	25/06/2012	ELEVADOR DE MADRINAS	PRODUCCION	MOLINO	UN1
38	COLGANTE FLOJO	26/06/2012	ROSCA DEL SILO METALICO	LIMPIA	LIMPIA	UN1
39	NO MARCA EL CERO	28/06/2012	BOTONERA CONTROLES	BODEGA	EMPAQUE	UN1
40	REVISAR EL CABEZOTE POR QUE ESTA TRONANDO	29/06/2012	ELEVADOR DE LA BANDA	PRODUCCION	LIMPIA	UN1
41	ARREGLAR PARRILLA DE DESCARGA	30/06/2012		SILOS	SILOS	UN1
42	REPARAR LOS OPRESORES DEL COUPLE	03/05/2012	ESCLUSA DIF/T5	PRODUCCION	MOLINO	UN1
43	PEGAR SEÑALAMIENTOS EN EL BAÑO DE HOMBRES	03/05/2012		CONTROL DE C.	LABORATORIO	UN2
44	REVISION BAMBÚ CERNIDO BULER	03/05/2012		PRODUCCION	PLANTA	UN1
45	POLEA FLOJA	03/05/2012	BANCO T1-A	PRODUCCION	MOLINO	P1
46	PARCHAR FUGA AL LADO DE ABAJO DEL CAJON	05/05/2012	REDLER(LAVADA)	LIMPIA	SOTANO	UN1
47	MODIFICAR TAPA DE DESPACHADOR DEL MOLINO	06/05/2012	MOLINO (MARTILLO)	PRODUCCION	LIMPIA	UN1
48	BUJE DAÑADO	07/05/2012	CONBINADA	PRODUCCION	MOLINO	UN1
49	SOLDAR TUBO ROTO	07/05/2012	MOLINO (MARTILLO)	PRODUCCION	LIMPIA	UN1
50	TELEFONO NO FUNCIONA	07/05/2012		COMPRAS	ALMACEN DE REF.	UN1
51	REVISAR RUIDO EXTRAÑO	10/05/2012	ELEVADOR LAVADA 5º PISO	PRODUCCION	LIMPIA	UN1
52	ARREGLAR BANDA DEL ELEVADOR #2	10/05/2012		SILOS	SILOS	UN1
53	CAMBIO DE CILINDRO	12/05/2012	BANCO T1-B	PRODUCCION	MOLINO	P1

5.4. Etapa 4: Elaboración y descripción de planes de mantenimiento

Estos planes son creados con la experiencia tomada del personal del área de mantenimiento y en base a las necesidades de la maquinaria de la empresa. Los planes que se formaron se describen a continuación en la siguiente figura 5.17.

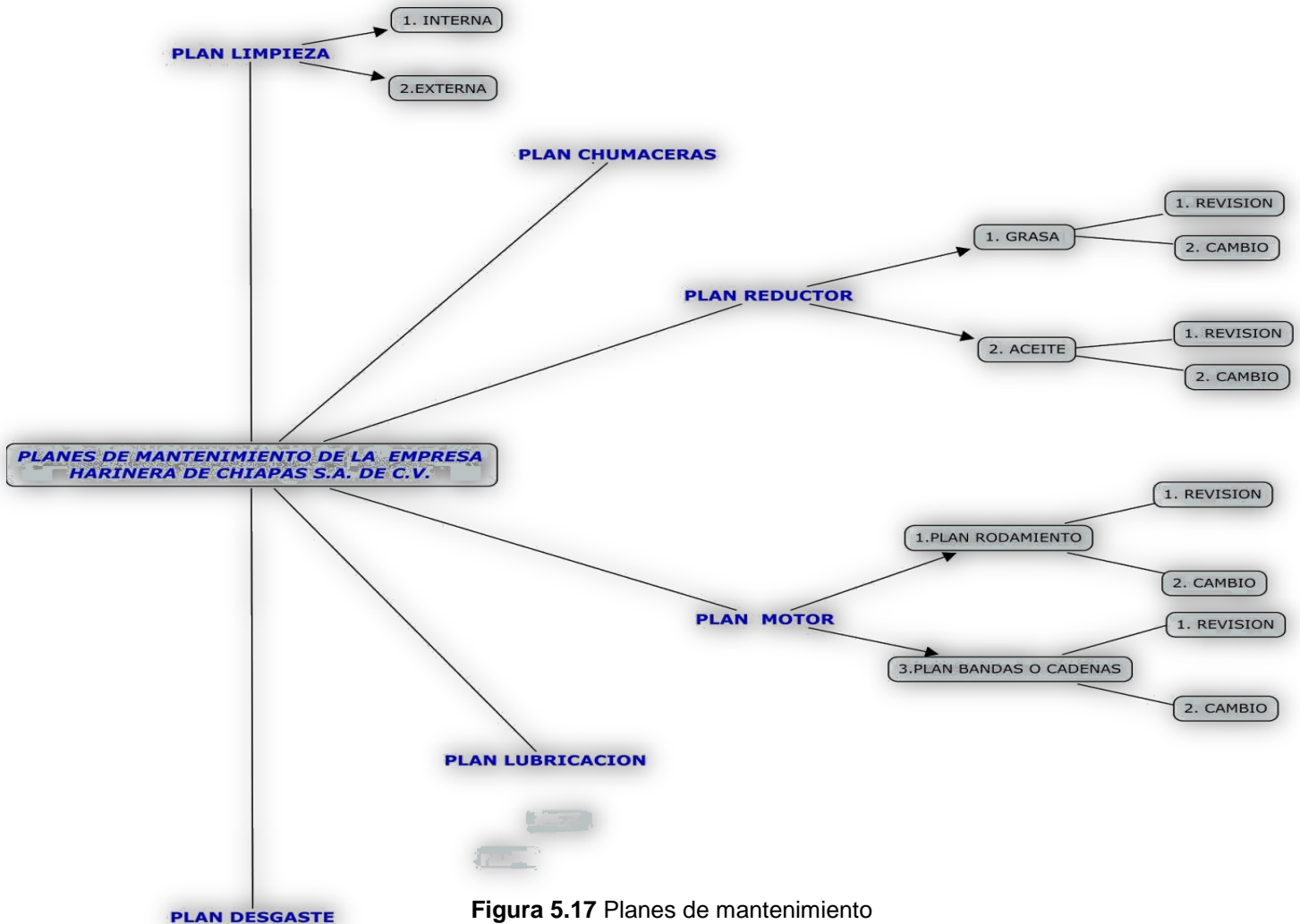


Figura 5.17 Planes de mantenimiento
(Fuente: Elaboración Propia).

Descripción de planes de mantenimiento:

1. **Plan Limpieza:** Dicha limpieza puede ser interna o externa dependiendo de las condiciones en que se encuentre el motor y el equipo.

2. **Plan chumaceras:** Es la actividad de engrasar lo suficiente o cambiar según el estado de la chumacera. El engrase evitara la resequedad y beneficiara a un buen funcionamiento del equipo.
3. **Plan reductor:** Para reductores que funcionan con grasa y con aceite. Para los reductores cuyo mecanismo emplean grasa para su funcionamiento, incluye las actividades de revisión interna de engranes y baleros y relleno de grasa según su estado determinara un posible cambio.

Para los reductores cuyo mecanismos emplean aceite para su funcionamiento, incluye las actividades como la revisión de engranes y baleros y revisión de niveles, según su estado determinara un posible cambio.

4. **Plan motor:** este plan está formado por dos planes más, el de rodamiento y el de bandas, por ser componentes de un motor, incluye las actividades de revisión de baleros y revisión de bandas por el desgaste sufrido por su funcionamiento, según el tiempo establecido en el programa. Y dependiendo el estado en que se encuentren se realizara su respectivo cambio.
5. **Plan lubricación:** este plan únicamente se realizaran actividades de lubricación en general, para evitar la resequedad y daños en el equipo.
6. **Planes colgantes helicoidales:** este plan únicamente aplica para los transportadores de cadena de arrastre, ya que incluye actividades específicas como son la revisión y cambio interno de los colgantes.

La cuarta etapa de la planeación del mantenimiento termina con la creación y la preparación de los planes que se ajustan a las necesidades de la empresa.

5.5. Etapa 5: Programación del mantenimiento planeado

En esta etapa se llevó a cabo la programación del mantenimiento de todas las máquinas mediante la creación de tablas funcionales, que permitirá llevar un control de las programaciones del mantenimiento con el solo hecho de colocar el número de horas trabajadas del área, como se aprecia en las siguientes figuras. Además de contar con un registro de refacciones y especificaciones de cada máquina, así como de arrojar de manera automática la próxima fecha de mantenimiento.

Estas tablas creadas en excel están diseñadas para un uso fácil, permitiendo llevar de la mano el mantenimiento de cada una de las maquinarias de la empresa, sin permitir el olvido de alguna actividad ya que en las tablas podremos encontrar el estatus en el que esta una maquina en especial.

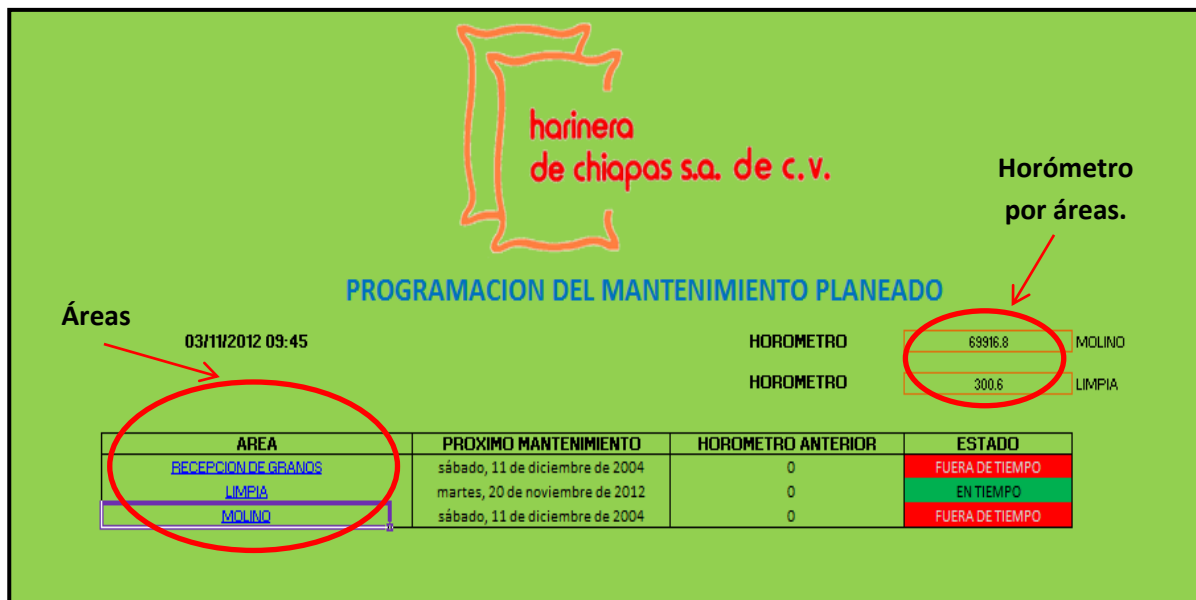


Figura 5.18 Menú de programación del mantenimiento planeado
(Fuente: Elaboración Propia)

Las mejoras realizadas a la programación del mantenimiento actual de la empresa traen consigo un sin fin de beneficios, uno de estos es la programación del

mantenimiento de toda la planta, esto traera consigo disminucion de gastos inesperados en reparaciones o cambios de equipos.

[VOLVER AL MENU](#)

harinera de chiapas s.a. de c.v.

LISTADO DE MAQUINARIA DE RECEPCION DE GRANOS

FECHA: 03/11/2012 HOROMETRO: 69916.8

CODIGO	MAQUINAS	NIVEL	HORAS-MAQUINA		ESTADO	PROXIMA FECHA DE MANTENIMIENTO
			ANTERIOR	PROXIMO		
S0001	ELEVADOR DE CANGILONES 2	LINTERNILLA	0	720	FUERA DE TIEMPO	sábado, 11 de diciembre de 2004
S0002	TRANSPORTADOR DE CADENA DE ARRASTRE N° 1	SOTANO	0	720	FUERA DE TIEMPO	sábado, 11 de diciembre de 2004
S0003	TRANSPORTADOR DE CADENA DE ARRASTRE N° 2	SOTANO	0	720	FUERA DE TIEMPO	sábado, 11 de diciembre de 2004
S0004	ELEVADOR DE CANGILONES 3	SOTANO	0	720	FUERA DE TIEMPO	sábado, 11 de diciembre de 2004
S0005	TRANSPORTADOR HELICOIDAL DE CARGA	1°	0	720	FUERA DE TIEMPO	sábado, 11 de diciembre de 2004
S0006	MALACATE	1°	0	720	FUERA DE TIEMPO	sábado, 11 de diciembre de 2004

Figura 5.19. Programación del área de recepción de granos (Fuente: Elaboración Propia).

[REGRESAR AL MENU](#)

harinera de chiapas s.a. de c.v.

LISTADO DE MAQUINARIA DEL AREA DE LIMPIA

FECHA: 03/11/2012 HOROMETRO: 300.6

CODIGO	MAQUINAS	NIVEL	HORAS-MAQUINA		ESTADO	PROXIMA FECHA DE MANTENIMIENTO
			ANTERIOR	PROXIMO		
L0001	ELEVADOR DE CANGILONES #3	SOTANO	0	720	EN TIEMPO	martes, 20 de noviembre de 2012
L0002	TRANSPORTADOR DE CADENA #3	SOTANO	0	720	EN TIEMPO	martes, 20 de noviembre de 2012
L6003	ELEVADOR DE CANGILONES MADRINAS	6°	0	720	EN TIEMPO	martes, 20 de noviembre de 2012
L5004	TRANSPORTADOR HELICOIDAL DISTRIBUIDOR A SILOS MADRINAS	5°	0	720	EN TIEMPO	martes, 20 de noviembre de 2012
L0005	TRANSPORTADOR DE CADENA DE ARRASTRE #4 RECOLECTOR DE MADRINAS	SOTANO	253.5	373.5	EN TIEMPO	miércoles, 01 de diciembre de 2012
L6006	ELEVADOR DE CANGILONES LAVADA	6°	0	720	EN TIEMPO	martes, 20 de noviembre de 2012
L5007	SEPARADOR DE TRIGO	5°	0	8640	EN TIEMPO	miércoles, 16 de octubre de 2013
L6008	VENTILADOR COMBINADA	6°	300.6	2460.6	EN TIEMPO	viernes, 01 de febrero de 2013
L4009	COMBINADA	4°	0	8640	EN TIEMPO	miércoles, 16 de octubre de 2013
L30010	CARTER	3°	0	2160	EN TIEMPO	sábado, 19 de enero de 2013
L2011	CEPILLADORA	2°	0	2160	EN TIEMPO	sábado, 19 de enero de 2013
L5012	ROCIADOR INTENSIVO DE 1er. REPOSO	5°	216.1	2376.1	EN TIEMPO	lunes, 28 de enero de 2013
L5013	TRANSPORTADOR HELICOIDAL DISTRIBUIDOR A TOLVA 1ER. REPOSO	5°	0	720	EN TIEMPO	martes, 20 de noviembre de 2012
L0014	TRANSPORTADOR HELICOIDAL RECOLECTOR DE 1ER. REPOSO	SOTANO	0	720	EN TIEMPO	martes, 20 de noviembre de 2012
L6015	ELEVADOR DE CANGILONES TRASPALO	6°	0	720	EN TIEMPO	sábado, 19 de enero de 2013
L5016	ROCIADOR INTENSIVO 2° REPOSO	5°	0	2160	EN TIEMPO	sábado, 19 de enero de 2013
L5017	TRANSPORTADOR HELICOIDAL DISTRIBUIDOR A TOLVA 2do. REPOSO	5°	0	720	EN TIEMPO	martes, 20 de noviembre de 2012
L5018	TRANSPORTADOR HELICOIDAL RECOLECTOR DE 2do. REPOSO	5°	0	720	EN TIEMPO	martes, 20 de noviembre de 2012
L0019	ELEVADOR DE CANGILONES T1	SOTANO	0	720	EN TIEMPO	martes, 20 de noviembre de 2012
L4020	TRANSPORTADOR HELICOIDAL AL BANCO T1	4°	0	720	EN TIEMPO	martes, 20 de noviembre de 2012

Figura 5.20 Programación del área de limpia (Fuente: Elaboración Propia).

El mejorado programa incluye cada una de las actividades que se realizarán a cada máquina, la frecuencia en que se llevaran a cabo y la próxima fecha de mantenimiento. A cada máquina se le asignó un código dependiendo del área en que se encuentre y su nivel por ejemplo L2011

L significa el área donde se encuentra la máquina, en este caso es el área de limpia
2el nivel en que se encuentra

011 La numeración consecutiva que se le asigno

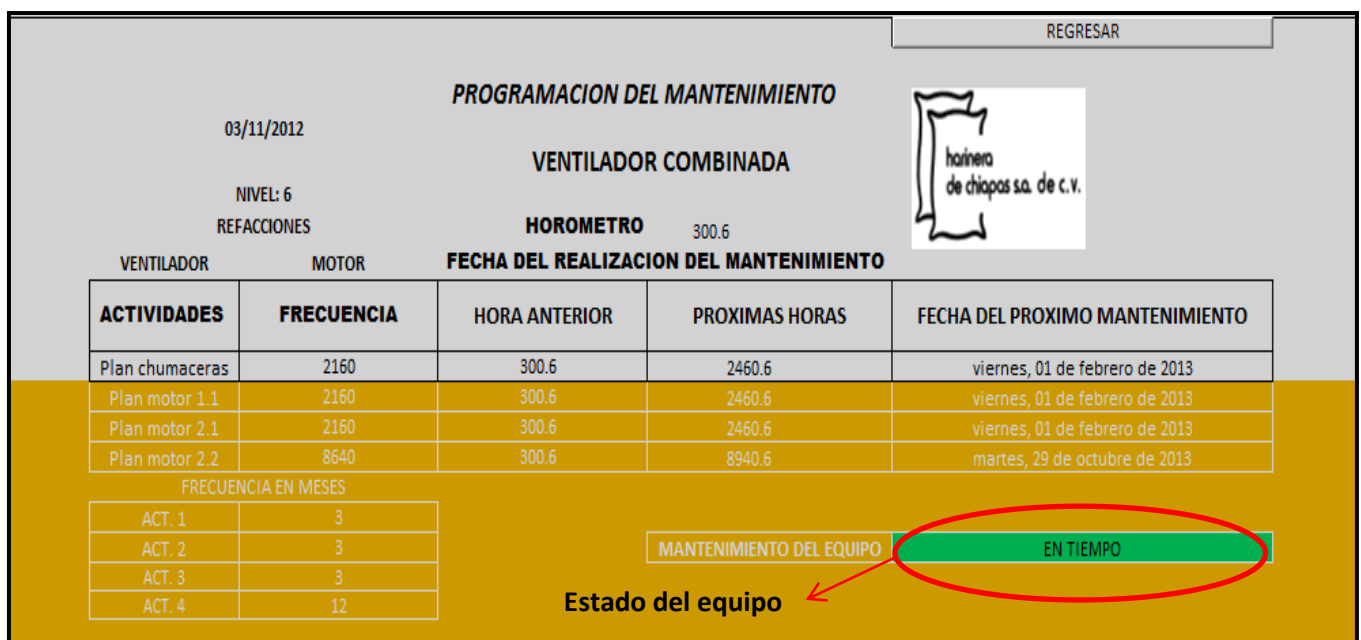


Figura 5.21 Programación del mantenimiento planeado por máquina
(Fuente: Elaboración Propia)

Además se puede conocer el estatus de mantenimiento en que se encuentra la maquina seleccionada, estos pueden ser en tiempo o fuera de tiempo para que el operario al entrar al programa identifique con un color rojo las maquinas que se encuentran con un tiempo de mantenimiento excedido.

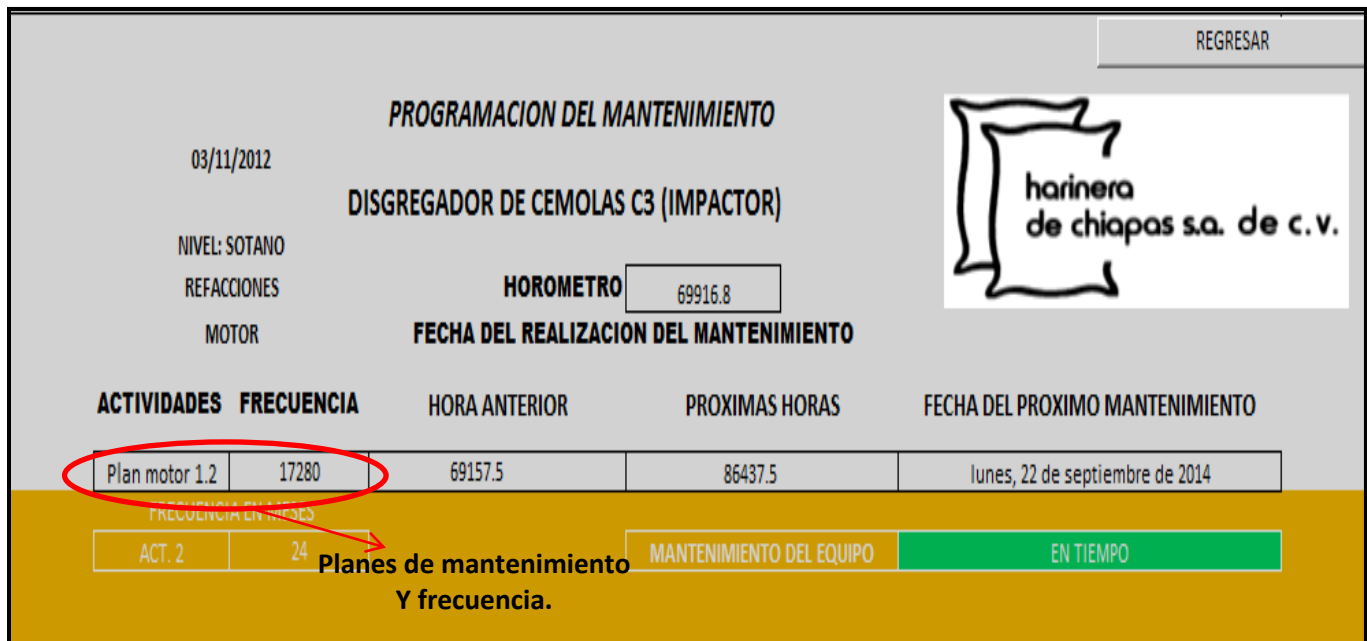


Figura 5.22 Programación del mantenimiento por máquina del área de molienda (Fuente: Elaboración Propia).

Para que esto fuera posible se sugirió la compra y colocación de un medidor de horas de trabajo (Horómetro) en una máquina clave del proceso. Cabe señalar que solo se contaba con un Horómetro en el área del molino como se muestra en la figura 5.23, este Horómetro se encuentra trabajando con la transmisión 1 de los bancos.



Figura 5.23 Horómetro del área de molienda de trigo (Fuente: Elaboración Propia).

La propuesta del Horómetro en el área de limpia fue bien aceptada. Este medidor fue colocado en el elevador de cangilones 1 y 2 como se muestra en la figura 5.22 y 5.24 por ser una máquina esencial en el proceso de limpia.

Colocación del Horómetro



Figura 5.24 Colocación del Horómetro en el área de limpia
(Fuente: Elaboración Propia)



Figura 5.25 Horómetro de la limpia en el arrancador del elevador de cangilones 1 y 2
(Fuente: Elaboración propia)

Ya con la colocación de este medidor se procedió a la programación del mantenimiento según las horas trabajo de la maquinaria.

Para complementar la detección de averías secundarias en los equipos se propone llenar el formado de recorrido, para la detección de averías o fallas en equipos aun no detectadas ni reportadas, esto es con la finalidad de que el personal de mantenimiento este un paso delante de las fallas potenciales.

El desgaste y el deterioro se pueden disminuir. La experiencia enseña que más o menos el 50% de las fallas producidas por desgaste se pueden evitar con medidas adecuadas de mantenimiento.

Por lo tanto es necesario que la empresa tome conciencia de la importancia que tienen los trabajos de mantenimiento en su empresa.

Para evitar el paro de la producción, en la mayoría de los casos no basta que los trabajos de mantenimiento se efectúen solo cuando se produzca un daño. Por razones de costos y productividad es más conveniente mantener la capacidad de funcionamiento de los recursos físicos, actuando en forma preventiva antes de que se produzca la falla; es decir, efectuando un mantenimiento sistemáticamente planificado.

Empleo de tarjetas kanban

Las tarjetas kanban como se muestran en la figura 5.26 se colocó en cada una de las máquinas de cada área después de cada mantenimiento, esto con el fin de ayudar al control del programa de mantenimiento planeado y sobre todo para que el personal de mantenimiento recuerde las próximas fechas de mantenimiento.

harinera de chiapas s.a. de c.v.		TARJETA KANBAN		
CODIGO				
DESCRIPCION				
PLANES A REALIZAR	LIMPIEZA	CHUMACERAS	REDUCTOR	
	MOTOR	LUBRICACION	COLGANTES	
FECHA DE MANTENIMIENTO				
ESTE EQUIPO ESTA SUJETO AL PILAR DE MANTENIMIENTO PLANEADO				
DE LA FIOLOSOFIA DEL TPM.				

Figura 5.26 Tarjeta kanban para los equipos de la empresa
(Fuente: Elaboración Propia)

Capítulo 6

Conclusiones y recomendaciones

6.1. Conclusiones

Con la realización del programa de mantenimiento se obtendrán mejoras que beneficiarán directamente a la empresa, disminuyendo los paros por fallas inesperadas y aumentando la calidad de su producto. Sin olvidarnos del aumento de vida de la maquinaria, aumento de la eficiencia, los ahorros por cambios y reparaciones innecesarias.

La realización de un sistema de información les permita consultar averías en equipos anteriores permitirá la eliminación de solicitudes de trabajo antiguas, además, el empleo de los formatos de recorrido serán un complemento en la detección de averías no reportadas por el personal de producción.

La restauración de la infraestructura y maquinaria permitirán que el operario aumente su eficacia al sentirse seguro y en armonía con su espacio de trabajo. Las programadas actividades de limpieza lograrán la conservación de sus equipos.

Claramente se observa un cambio en la empresa antes de la propuesta y después de esta, los beneficios del mantenimiento planeado son muy extensos, es por tal razón, que la empresa Harinera de Chiapas S.A. de C.V. debe de aprovecharlos.

6.2. Recomendaciones

- Se sugiere a la empresa: contratar por lo menos a dos personas para el departamento de mantenimiento debido a la falta de personal que carece para la realización de las actividades.

- Implementar la programación del mantenimiento que disminuirá las fallas de los equipos y mejorar su eficiencia. Los beneficios son la disminución de paros por averías inesperadas y la prolongación de vida útil del equipo, siempre y cuando se realice el programa de mantenimiento.
- Realizar limpiezas rutinarias ya que existen partes de la empresa que carecen de limpieza alguna debido a la acumulación de polvo y otras impurezas, es por eso que se recomienda la formación de grupos de limpieza y restauración de infraestructura, todo esto para mejoramiento visual de las áreas afectadas.

Fuentes consultadas

Libros

1. Cuatrecasas Luis;(2010);"TPM: Hacia la competitividad través de la eficiencia de los equipos de producción", ed. Gestión. Pp. 163-181.
1. Besterfield Dale H, (1998); "Control de calidad", Prentice hall, 4 edición. Págs. 385-403.
2. Juran J.M.; (1995);"Análisis y planeación de la calidad", Mc Graw Hill, México. Pp. 287-311.
3. Newbrough E.T. (1974); "Administración de mantenimiento industrial"; Diana,Pp. 307-319.
4. Mora Gutiérrez Alberto,(2010); "Mantenimiento: planeación, ejecución y control", Alfa omega, México.
5. Sacristán Rey Francisco, (2005); "las 5s orden y limpieza en el puesto de trabajo", ed. FC, España.
6. Jácome guerra Anabel;(2007), "residencia profesional: implantación del mantenimiento planificado dentro del contexto del mantenimiento productivo total y la aplicación de la empresa local". Ecuador, quito.

Artículos

7. <http://itzamna.bnct.ipn.mx:8080/dspace/bitstream/123456789/60/1/TESISocsdiz.pdf> Proyecto; (Industrias de manufactura- productividad en la ingeniería del mantenimiento). Consultado en diciembre del 2012.

Páginas electrónicas

8. http://www.solomantenimiento.com/m_predictivo.htm. Consultado septiembre del 2012.
9. <http://es.scribd.com/doc/20883001/ANALISIS-PM>. Consultado en octubre del 2012.
10. <http://es.scribd.com/doc/2935466/AMEF-Analisis-Modal-de-Fallas-yEfectos>. Consultado noviembre del 2012.
11. <http://confiabilidad.net/articulos/el-calculo-de-la-confiabilidad/>. Consultado en noviembre del 2012.

Anexos

- Anexo A. Formato de recorrido por maquinaria
- Anexo B. Figura De cambio de elevador de cangilones 2
- Anexo C. Formato de averías por especialidad
- Anexo D. Figura Que muestra parte del inventario realizado

		HARINERA DE CHIAPAS S.A. DE C.V.					
		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO					
MAQUINA: COMBINADA							
NIVEL: 4							
RECORRIDOS PARA LA DETECCION DE AVERIAS							
N°	Observaciones	Acciones		Material a emplear	Cantidad	Paro de maquina	
		Cambio	Reparacion			Si	No
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
Sugerencias:							
REALIZO:				FIRMA:			
















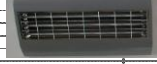








Anexo A Formato de recorrido por maquinaria
(Fuente: Elaboración Propia).



Anexo B. Apoyo a cambio de banda del elevador de cangilones 2
(Fuente: Elaboración Propia).

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO					
LISTA DE ACTIVIDADES					
ESPECIALIDAD: MECANICO					
AVERIA	NIVEL	TIEMPO PROGRAMADO	FECHA		TIEMPO REAL
			INICIO	FIN	
LIMPIEZA Y LUBRICACION DE MOTORES	SOTANO MOLINOS	1 HORA			
ALINEACION DE TUBERIAS Y COLOCACION DE ABRAZADERAS:	SOTANO MOLINOS	3 HORAS			
*DE 85 MM EN LA TUBERIA DE ELEVACION DE SALVADILLO					
*DE 85 MM EN LA TUBERIA DE ELEVACION DE SALVADO					
*COLOCACION DE SOPORTE FIJO AL TECHO A TUB. C9					
*DE 65MM Y SOPORTE DE FIJACION AL TECHO TUB.C8					
*DE 75MM Y SOPORTE DE FIJACION AL TECHO TUB.C7					
*DE 75MM Y SOPORTE DE FIJACION AL TECHO TUB.C6					
* DE 75MM Y MANGUITO TUB. C4					
*DE 80MM TUB. T5					
*DE 75 MM TUB. C2					
*85 MM TUB. C3					
* DE 90MM Y SOPORTE DE FIJACION TUB. T4					
*ABRAZADERA Y MANGUITO DE 85MM DE LA TUB N°9					
*DE 85MM Y ACONDICIONAMIENTO DE SOPORTES TUB.D1					
*DE 100MM Y CAMBIO DE ABRAZADERA AL TECHO DE LA TUB. T-2A					
REPARAR BROCHE DE REGISTRO DE ZAPATO T5	SOTANO MOLINOS	2 HORAS			
CAMBIO DE BROCHE DE REGISTRO DE ZAPATO T3	SOTANO MOLINOS	3 HORAS			
CAMBIO DE BROCHE DE REGISTRO DE ZAPATO T2-B	SOTANO MOLINOS	4 HORAS			
REPARAR FUGAS DE ACEITE EN TRANS. BANCOS T1, T1A, T2, T2A	PISO DE BANCOS	3 HORAS			
ARREGLO O CAMBIO DE PUERAS SUPERIOR E INFERIOR Y	PISO DE BANCOS	5 HORAS			
CAMBIO DE SELLOS DE LOS BANCOS:					
T2, T4, C1, C2, C3, Y C6					
LIMPIEZA Y LUBRICACION DE MOTORES	ROSCA DE HARINA	1 HORA			
CAMBIO DE LOS 4 EMPAQUES DE LA TAPA DE LA ROSCA	ROSCA DE HARINA	2 HORAS			
LIMPIEZA Y LUBRICACION GRAL. DE CADENAS Y MOTORES	EXCLUSAS	1 HORA			
LIMPIEZA Y LUBRICACION GENERAL A MOTORES	NEUMATICOS	1 HORA			

Anexo C Realización de formatos de averías por especialidad
(Fuente: Elaboración Propia).

				
Luminaria				
Ubicación	Entrada			
Modelo	REFLECTOR DE CAMPANA DE 400W	Cantidad	1	
Ubicación	Vigilancia			
Modelo	LAMPARA ASPIRAL DE 25W	Cantidad	2	
Ubicación	Vigilancia exterior			
Modelo	2X39W	Cantidad	1	
Ubicación	Capilla			
Modelo	ASPIRAL 13W	Cantidad	7	
Ubicación	Estacionamiento de bicicletas			
Modelo	ES-5201 BURGOS ARBOTANTE FLUO.	Cantidad	2	
Marca	Tecnolite			
Ubicación	Baño			
Modelo	GAMMA 2x32WT8	Cantidad	3	
Marca	Magg			
Ubicación	Baño			
Modelo	2X14WT5	Cantidad	1	
Ubicación	Bodega del baño			
Modelo	LAMPARA ASPIRAL DE 25W	Cantidad	1	
Ubicación	Comedor			
Modelo	BLOCK 2X14W T5	Cantidad	8	
Marca	Magg			
Ubicación	Comedor exterior			
Modelo	ARBUTANTE FLUO. L-1109-0 KITE 13 W.	Cantidad	3	
Ubicación	Comedor exterior			
Modelo	REFLECTOR 9267-65W	Cantidad	1	
Marca	Lights of america			
Ubicación	Areas verdes (Campo)			
Modelo	BLOCK 2X14W T5	Cantidad	8	
Marca	Magg			
Ubicación	Oficina de almacen			
Modelo	YD-1800/B TH-18W	Cantidad	4	
Marca	Tecnolite			
Ubicación	Oficina interior			
Modelo	LTL-3145/S 3XF14T5	Cantidad	11	
Marca	Tecnolite			
Ubicación	Oficina interior			
Modelo	CIRCULAR FC-403015 3XF14T5	Cantidad	3	
Marca	Tecnolite			
Ubicación	Oficina baño de mujeres			
Modelo	ASPIRAL 13W TL-2010-B E26	Cantidad	1	
Marca	Tecnolite			
Ubicación	Oficina baño de hombres			
Modelo	FOCO 60W TL-2010-B E26	Cantidad	1	
Marca	Tecnolite			
Ubicación	Oficina exterior			
Modelo	ASPIRAL 28W H-945/5E26W	Cantidad	4	
Marca	Tecnolite			
Ubicación	Oficina exterior			
Modelo	CIRCULAR PTL-500/5 G9-40W	Cantidad	1	
Marca	Tecnolite			
Ubicación	Oficina jardín			
Modelo	H-505/N E XN50W	Cantidad	2	
Marca	Tecnolite			
Ubicación	Laboratorio			
Modelo	YD-300L/B	Cantidad	8	
Marca	Tecnolite			
Ubicación	Costalera			
Modelo	GAMMA 2X32WT8	Cantidad	6	
Marca	MAGG			
Ubicación	Tunel			
Modelo	GAMMA 2X32WT8	Cantidad	8	

Anexo D Realización de inventario de planta
(Fuente: Elaboración Propia).