



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO  
PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA EFICIENTAR EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA  
PLANTA DE PRODUCCIÓN EN ALIMENTOS KERN'S**

**Henry Josué López Osorio**

Asesorado por la Inga. Yocasta Ivanobla Ortiz del Cid

Guatemala, febrero de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO  
PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA EFICIENTAR EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA  
PLANTA DE PRODUCCIÓN EN ALIMENTOS KERN'S**

TRABAJO DE E.P.S

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**HENRY JOSUÉ LÓPEZ OSORIO**

ASESORADO POR LA INGA. YOCASTA IVANOBLA ORTÍZ DEL CID

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, FEBRERO DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Jurgen Andoni Ramírez Ramírez
VOCAL V	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

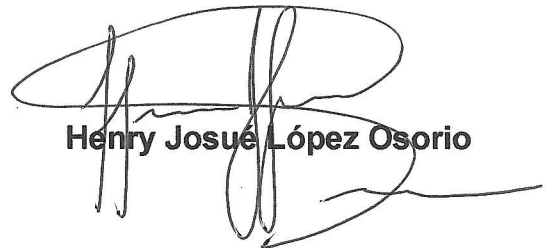
DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Juan José Peralta Dardon
EXAMINADOR	Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
EXAMINADORA	Inga. Yocasta Ivanobla Ortíz del Cid
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA EFICIENTAR EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN EN ALIMENTOS KERN'S**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 5 de octubre de 2015.



**Henry Josué López Osorio**



Guatemala, 08 de noviembre de 2016.  
REF.EPS.DOC.769.11.16.

Ingeniera  
Christa Classon de Pinto  
Directora Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimada Inga. Classon de Pinto:

Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Mecánica Industrial, Henry Josué López Osorio, Carné No. 201122847 procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA EFICIENTAR EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN EN ALIMENTOS KERN'S.**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darie el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

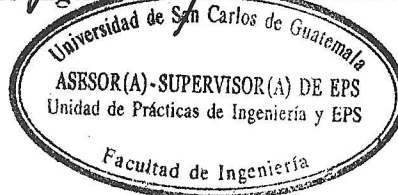
Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Inga. Rocasta Remolina Ortiz

Asesora-Supervisora de EPS

Área de Ingeniería Mecánica Industrial



YIO/ra



Guatemala, 08 de noviembre de 2016.  
REF.EPS D.482.11.16

Ingeniero  
Juan José Peralta  
Director  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ing. Peralta:

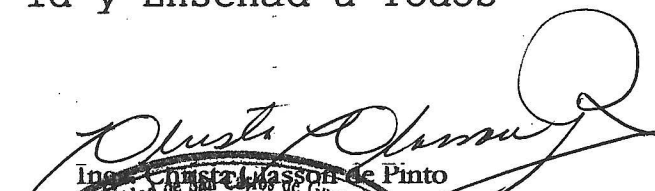
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA EFICIENTAR EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN EN ALIMENTOS KERN'S**, que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Henry Josué López Osorio** quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Yocasta Ivanobla Ortiz.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesora-Supervisora de EPS, en mi calidad de Directora, apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

  
Ing. Yocasta Ivanobla Ortiz de Pinto  
Directora Unidad de EPS  
DIRECCIÓN  
Unidad de Prácticas de Ingeniería  
Facultad de Ingeniería

CCdP/ra



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA EFICIENTAR EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN EN ALIMENTOS KERN'S**, presentado por el estudiante universitario **Henry Josué López Osorio**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. José Francisco Gómez Rivera  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, noviembre de 2016.

/mgp





REF.DIR.EMI.016.017

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA EFICIENTAR EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN EN ALIMENTOS KERN'S**, presentado por el estudiante universitario **Henry Josué López Osorio**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. José Francisco Gómez Rivera  
DIRECTOR a.i.

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, febrero de 2017.

/mgp





DTG. 083.2017

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA EFICIENTAR EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN EN ALIMENTOS KERN'S**, presentado por el estudiante universitario: **Henry Josué López Osorio**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano

Guatemala, febrero de 2017

/gdech



## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **Dios**

Por guiarme de su mano, permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida.

### **Mis padres**

Moisés López y Angela Osorio, porque sin su ayuda y consejo no estaría culminando mi carrera profesional.

### **Mi familia**

Por apoyarme en cada etapa de mi vida.

### **Mis amigos**

Por el apoyo y motivación durante cada momento mi carrera.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Dios</b>	Por sobre todo.
<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por ser mi casa de estudios.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por ser el establecimiento donde pasé los mejores años de mi vida, el cual llevo con orgullo y represento dignamente.
<b>Mis padres</b>	Moisés López y Angela Osorio, por su apoyo incondicional, amor y paciencia. Por sus sabios consejos, darme la vida y guiarme sobre el camino de la educación.
<b>Mi familia</b>	Con quienes he compartido muchos momentos trascendentales de mi vida, gracias por ser la familia única que somos.
<b>Mis amigos</b>	Apoyo que Dios ha puesto en mi vida. Por su confianza y lealtad.
<b>Mi asesora</b>	Inga. Yocasta Ortiz, por su valiosa ayuda y asesoramiento durante la realización de mi Ejercicio Profesional Supervisado.

**Ing. Edson Gonzáles**

Por abrirme las puertas para la realización de mi trabajo de graduación.

**Mis amigos en Industrias  
Alimenticias Kern's**

Por compartir su conocimiento y experiencia durante el desarrollo del proyecto, y por su ayuda en mi formación profesional.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
GLOSARIO .....	IX
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN .....	XVII
1. FASE I: INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Historia de la empresa.....	1
1.2. Información general de la empresa .....	1
1.3. Distribución de la planta .....	3
1.4. Estructura organizacional .....	4
1.5. Mantenimiento productivo total (TPM) .....	6
1.5.1. Historia del TPM .....	6
1.5.2. Elementos constitutivos del TPM.....	7
1.5.3. Principios básicos del TPM.....	8
1.5.4. Pilares de mantenimiento productivo total .....	10
1.5.5. La importancia del mantenimiento preventivo.....	13
1.5.6. Metas de la filosofía de TPM .....	14
2. FASE II: TÉCNICO PROFESIONAL .....	17
2.1. Situación actual de las líneas de producción.....	17
2.1.1. Análisis FODA de la empresa .....	18
2.1.2. Análisis FODA de la línea de producción de salsa ...	21
2.1.3. Proceso de producción actual.....	23
2.1.4. Diagrama de flujo del proceso actual.....	24

2.1.5.	Maquinaria y equipo .....	28
2.2.	Método actual de planificación del mantenimiento .....	29
2.2.1.	Ishikawa departamento de mantenimiento .....	29
2.2.2.	Tipo de mantenimiento aplicado.....	32
2.3.	Análisis de las pérdidas en operación .....	34
2.3.1.	Análisis de tiempos perdidos.....	36
2.3.2.	Eficiencia del equipo.....	39
2.3.3.	Índices y eficiencias actuales .....	44
3.	PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN.....	51
3.1.	Bases legales para la correcta implementación de TPM.....	51
3.1.1.	Anuncio de la alta dirección de la decisión de introducir el TPM .....	51
3.1.2.	Entrenamiento y promoción de TPM .....	52
3.1.3.	Célula de pilotaje .....	53
3.2.	Desarrollo de la política de TPM .....	54
3.3.	Manual de procedimiento TPM para las líneas de producción ...	56
4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA .....	97
4.1.	Plan de implementación de mantenimiento productivo total .....	98
4.1.1.	Plan maestro de implementación .....	98
4.1.2.	Plan piloto de implementación.....	100
4.2.	Preparación y capacitación del personal.....	102
4.2.1.	Necesidades de capacitación.....	103
4.2.2.	Formación de grupos de trabajo.....	105
4.2.3.	Diseño de formato de control para reuniones.....	106
4.3.	Beneficios de la implementación de TPM en el departamento de producción .....	109
4.4.	Costos de la implementación de TPM dentro de la planta .....	116

5.	FASE III: DOCENCIA .....	119
5.1.	Capacitación de grupo autónomo .....	119
5.1.1.	Plan de capacitación.....	119
5.1.2.	Programa de capacitación .....	120
5.1.3.	Desarrollo de capacitaciones.....	120
5.2.	Capacitaciones constantes de personal .....	121
5.2.1.	Habilidades y destrezas del equipo de trabajo .....	121
5.2.2.	Plan de capacitación.....	123
5.2.3.	Programa de capacitación .....	124
5.3.	Mejoras del mantenimiento preventivo .....	126
5.4.	Diagnostico e identificación de averías.....	145
5.5.	Evaluación del desempeño.....	148
5.5.1.	Ventajas de la evaluación del desempeño.....	148
5.5.2.	Metodología .....	149
5.5.3.	Entrevista de retroalimentación .....	150
5.5.4.	Difusión interna del proceso .....	150
5.6.	Monitoreo de procesos .....	151
	CONCLUSIONES .....	153
	RECOMENDACIONES .....	155
	BIBLIOGRAFÍA.....	157
	ANEXOS .....	159





## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1. Ubicación geográfica de la empresa.....	3
2. Organigrama de la empresa .....	5
3. Matriz FODA de la empresa.....	18
4. Estrategias de análisis FODA en la empresa.....	19
5. Matriz FODA línea de producción de salsa.....	21
6. Estrategias de análisis FODA línea de producción de salsa.....	22
7. Diagrama de flujo del proceso actual .....	25
8. Diagrama de Ishikawa .....	31
9. Hoja de registro de paros no programados.....	34
10. Gráfico de paros no programados .....	35
11. Gráfico de Pareto mes de septiembre .....	37
12. Gráfico de Pareto mes de octubre .....	38
13. Gráfico de Pareto mes de noviembre .....	39
14. Rendimiento.....	45
15. Disponibilidad.....	46
16. Cálculo índice de calidad .....	47
17. Calidad.....	47
18. OEE.....	48
19. Ejemplo de política y objetivos TPM básicos .....	54
20. Plan Maestro de TPM .....	99
21. Plan piloto de TPM .....	101
22. Gráfico de Pareto mes de febrero.....	110
23. Gráfico de Pareto mes de marzo .....	111

24. Gráfico de comparación de tiempos de paro 2015-2016.....	112
25. OEE 2015 – OEE 2016.....	115
26. Diagrama de Ishikawa .....	122

## TABLAS

I. Paros no programados .....	35
II. Paros de producción mes de septiembre .....	36
III. Paros de producción mes de octubre .....	37
IV. Paros de producción mes de noviembre .....	38
V. Cálculo rendimiento de los equipos .....	44
VI. Cálculo disponibilidad de los equipos.....	45
VII. Resumen Índices y eficiencias actuales.....	48
VIII. Ejemplo de formulación de metas TPM.....	55
IX. Habilidades TPM.....	104
X. Hoja de registro de capacitación .....	107
XI. Hoja de sugerencias para capacitaciones.....	108
XII. Paros de producción mes de febrero .....	109
XIII. Paros de producción mes de marzo.....	110
XIV. Rendimiento de los equipos (implementando TPM) .....	113
XV. Disponibilidad de los equipos (implementando TPM) .....	113
XVI. Calidad de los equipos (implementando TPM) .....	114
XVII. Efectividad global de los equipos.....	114
XVIII. Costo aproximado de recursos para capacitación .....	116
XIX. Costo recursos para mantenimiento .....	116
XX. Costo aproximado de implementación.....	117
XXI. Registro observación de efectividad .....	128
XXII. Indicadores TPM .....	129
XXIII. Mantenimiento preventivo motores eléctricos.....	130

XXIV.	Mantenimiento preventivo transportadores.....	131
XXV.	Mantenimiento preventivo trimestral llenadora .....	132
XXVI.	Mantenimiento preventivo anual llenadora .....	133
XXVII.	Mantenimiento preventivo trimestral taponadora .....	134
XXVIII.	Mantenimiento preventivo anual de taponadora .....	135
XXIX.	Mantenimiento preventivo mensual válvulas neumáticas .....	136
XXX.	Mantenimiento preventivo bombas centrifugas.....	137
XXXI.	Mantenimiento preventivo bomba movimiento positivo.....	138
XXXII.	Mantenimiento preventivo bomba neumática .....	139
XXXIII.	Mantenimiento preventivo mensual engolletador.....	140
XXXIV.	Mantenimiento preventivo trimestral engolletador .....	141
XXXV.	Mantenimiento preventivo horno .....	142
XXXVI.	Mantenimiento preventivo mensual encajadora .....	143
XXXVII.	Mantenimiento preventivo trimestral encajadora .....	144
XXXVIII.	Evaluación de maquinaria .....	146
XXXIX.	Escala de calificación .....	147
XL.	Evaluación del desempeño.....	149
XLI.	Desempeño laboral .....	150



## GLOSARIO

<b>Autonomía</b>	Facultad de una persona o entidad, para obrar según su criterio, de no depender de nadie.
<b>Avería</b>	Es la incapacidad de un elemento para realizar la función requerida debido a un estado interno.
<b>Bomba</b>	Máquina que se usa para extraer, elevar o impulsar líquidos y gases de un lugar a otro.
<b>Calidad</b>	El grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos.
<b><i>Check list</i></b>	Lista de chequeo.
<b>Chumacera</b>	Pieza de metal o plástico con una muesca en que descansa y gira un eje de una maquinaria.
<b>CIP</b>	<i>Clean in place.</i>
<b>COP</b>	<i>Clean out of place.</i>
<b>Disponibilidad</b>	Proporción de tiempo durante la cual un sistema o equipo está en condiciones de ser utilizado.

<b>Eficacia</b>	Grado de cumplimiento de los objetivos, metas o estándares, entre otros.
<b>Eficiencia</b>	Forma en que se usan los recursos de una organización.
<b>Falla</b>	El deterioro o desperfecto en las instalaciones, maquinas o equipos que no permite su normal funcionamiento.
<b>Indicador</b>	Herramienta de medición que permite establecer alertas.
<b>Inspección</b>	Actividad de evaluación periódica a los equipos para detectar condiciones que puedan causar la suspensión de su funcionamiento.
<b>JIPM</b>	Japan Institute Of Plant Maintenance.
<b>Kaizen</b>	Mejora continua.
<b>Lubricación</b>	Procedimiento a través del cual se reduce la fricción entre dos superficies móviles.
<b>Mantenimiento</b>	Es el conjunto de acciones necesarias para conservar o restablecer un sistema en un estado que permita garantizar su funcionamiento a un costo mínimo.

<b>Neumática</b>	Tecnología que emplea el aire comprimido como modo de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos.
<b>OEE</b>	Eficiencia general de los equipos.
<b>PET</b>	Tereftalato de polietileno.
<b>Proceso</b>	Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados.
<b>Productividad</b>	Lograr un objetivo con la cantidad mínima de recursos en el menor tiempo posible.
<b>Rendimiento</b>	Se refiere a la cantidad de unidades producidas en un determinado tiempo, en relación con la capacidad de producción o velocidad máxima del equipo.
<b>Tetrabrik</b>	Envase de cartón opaco impermeabilizado con aluminio y, generalmente, con forma de tetraedro que se usa para envasar líquidos.
<b>TPM</b>	Mantenimiento productivo total.
<b>Válvula</b>	Dispositivo que abre o cierra el paso de un fluido por un conducto en una máquina, aparato o instrumento.





## RESUMEN

El mantenimiento productivo total, TPM, es un sistema de mejora continua el cual busca el involucramiento de todas áreas de una organización, principalmente la de su recurso humano. El recurso humano es el más importante dentro de una empresa y sin él no podría funcionar. En tal sentido, si este crece y se desarrolla también lo hará la empresa. Desafortunadamente, en algunas organizaciones, la dirección no cree en el potencial de su recurso humano por lo cual no lo consideran al plantear las líneas de acción en las áreas de trabajo.

Debido a lo anterior, a través del programa del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) se planteó el diseño e implementación de un sistema de TPM dentro de la planta de producción que permita mejorar la eficiencia de la misma.

Este informe está integrado por tres áreas principales, investigación, implementación y docencia, las cuales se desarrollan en cinco capítulos.

El primer capítulo, la fase de investigación, describe las generalidades de la empresa, describe una breve historia de la misma, su estructura organizacional y distribución de la planta de producción. Asimismo, se presentan los fundamentos teóricos sobre el Mantenimiento Productivo Total, sus principios y metas por alcanzar.

En el segundo capítulo, fase técnico-profesional, se plantea la situación actual de la empresa para determinar cuál es la línea de producción de mayor

necesidad, sobre la cual se evaluaron sus condiciones y determinaron indicadores TPM para comparar luego de la implementación.

En el tercer capítulo se describe la propuesta de implementación sobre la línea de producción identificada, las bases legales de acuerdo con el Pacto Colectivo del Sindicato de trabajadores de la empresa y el manual de TPM con los procedimientos desarrollados.

En el cuarto capítulo se presenta la implementación de la propuesta, de acuerdo con una planificación establecida, el proceso de formación de los grupos de trabajo y la identificación de necesidades de capacitación de los mismos para concluir exitosamente la implementación. Asimismo, se presenta la evaluación luego de la implantación y los beneficios obtenidos de la misma.

Por último, el capítulo cinco, fase de docencia, se describe el desarrollo de las actividades con los grupos de trabajo, el plan de capacitación utilizado y se presentan las herramientas que se deben utilizar para darle seguimiento y control al programa de TPM.

# OBJETIVOS

## General

Proponer la implementación de un Sistema de Mantenimiento Productivo Total (TPM) en las líneas de proceso que permita mejorar la eficiencia de la unidad productiva.

## Específicos

1. Elaborar un diagnóstico del estado actual de la unidad productiva, sus procedimientos y sus métodos de mantenimiento.
2. Diseñar una propuesta para la implementación del sistema de mantenimiento productivo total, tomando como base los pilares sobre los que se sustenta el TPM.
3. Establecer herramientas de control en los puntos críticos del sistema, para reducir las pérdidas en la operación.
4. Mejorar los índices de producción de la línea de operación.
5. Involucrar a todo el personal para que se alcancen los objetivos del programa de TPM.
6. Mejorar la efectividad del programa de mantenimiento con la integración del programa de TPM.
7. Inducir al personal a la filosofía de Mantenimiento Productivo Total, y las ventajas que traería la implementación del mismo en la unidad productiva.



## INTRODUCCIÓN

La presente investigación está orientada a la realización de un análisis de la situación actual de las líneas de producción de una planta procesadora de alimentos, con el propósito de formular una propuesta para la implementación de un sistema de mantenimiento productivo total para propiciar la eficiencia del proceso de producción de alimentos y bebidas. Se espera que los resultados de la propuesta de implementación de TPM sean aprovechados por el departamento de producción en sus tareas y labores de administración de recursos, manejo de personal técnico-operario, planificación y programación de la producción.

El TPM es una filosofía. Permite que una organización se diferencie de su competencia por sus contantes reducciones de costos, mejora de los tiempos de producción, confiabilidad de los equipos y procedimientos, el conocimiento que posee el personal y la calidad de productos y servicios obtenidos. TPM busca maximizar la eficacia de los equipos, diseñando un programa de mantenimiento para toda la vida útil de los equipos, involucrando a todos los departamentos que participan en la planificación, uso y mantenimiento de los equipos. Esto permite minimizar los costos asociados a los tiempos improductivos o de ocio, averías, defectos en los productos, ajustes, etc., optimizándolos para aumentar la productividad. El programa de TPM tiene como metas finales la erradicación de la totalidad de los defectos, las averías y los accidentes. Esta gestión se logra con la promoción y motivación de grupos de trabajo capacitados y comprometidos con las metas del TPM junto con la misión, visión y estrategias ya establecidas por la empresa.



# **1. FASE I: INVESTIGACIÓN**

## **1.1 Historia de la empresa**

La marca Kern's tuvo sus inicios en el estado de California, Estados Unidos donde producía bebidas con sabor fresco. Fue hasta finales de los años cincuenta cuando la empresa abrió una subsidiaria en Guatemala; luego, el 27 de junio de 1959, nació Alimentos Kern's como una empresa agroindustrial.

Para 1965 W. R. Grace, el consorcio dueño de la empresa, adquirió Ducal. Las dos empresas trabajaron de forma independiente hasta 1969, cuando decidieron fusionarse en un plan estratégico que perseguía reducir costos de producción y operación, y potenciar su expansión centroamericana.

En agosto 2006 la empresa fue comprada por Florida Ice & Farm Co. (FIFCO), por medio de su subsidiaria Florida Bebidas. A través de esta adquisición estratégica nace Alimentos Kern's.

## **1.2 Información general de la empresa**

Alimentos Kern's es una empresa fabricante de alimentos procesados y bebidas no carbonatadas de la más alta calidad, líder en el área centroamericana. Dentro de la planta se procesan jugos, néctares de frutas, salsas de tomate y frijoles refritos.

- Misión

“Promover el desarrollo integral de quienes aquí laboramos para que, a través de un excelente servicio y del trabajo en equipo, logremos la producción y distribución rentable de productos de alta calidad que satisfagan las expectativas de consumidor, siendo vanguardistas y consolidándonos en el mercado Centroamericano y Norteamericano.”<sup>1</sup>

- Visión

“Con el esfuerzo diario de todos, seremos la empresa líder fabricante y distribuidora de alimentos y productos de alta calidad, comprometida a conquistar permanentemente la satisfacción de consumidor consolidando nuestras marcas como las mejores del mercado.”<sup>2</sup>

- Ubicación de la empresa

Se encuentra en el kilómetro 6,5 Carretera al Atlántico, zona 18 en la ciudad de Guatemala. La ubicación exacta de la empresa, según datos obtenidos con el GPS es:

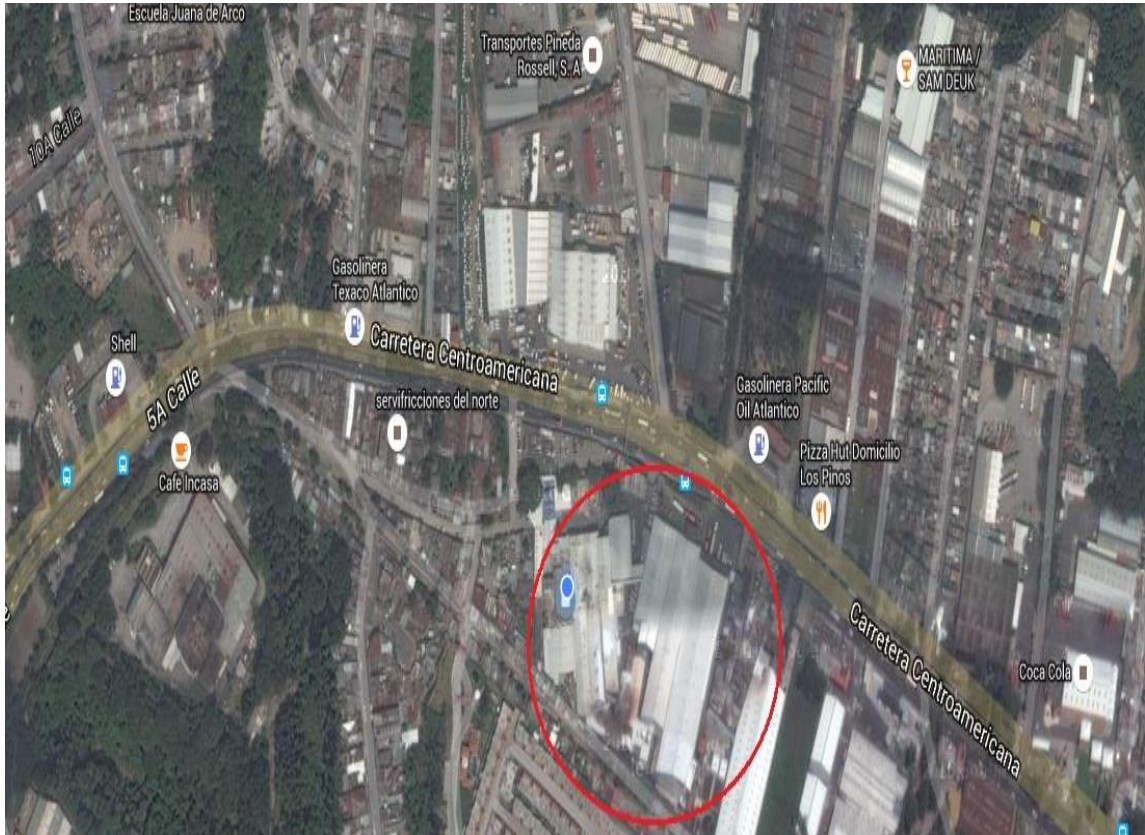
---

<sup>1</sup> Fuente: [www.alikerns.com](http://www.alikerns.com). Consulta: septiembre 2015.

<sup>2</sup> Ibíd.



**Figura 1. Ubicación geográfica de la empresa**



Fuente: <https://www.google.com.gt/maps/@14.6554648,-90.4646497,733m/data=!3m1!1e3>.

Consulta: octubre de 2015.

### **1.3 Distribución de la planta**

Actualmente, la distribución del área de producción de la planta está constituida en las siguientes áreas: formulación de bebidas y alimentos, laboratorio de calidad, salsa, bebidas y de frijoles.

Todas estas áreas se describen de forma general a continuación:

- Áreas de formulación: en esta área se preparan y mezclan los ingredientes para la producción de los diferentes productos.
- Laboratorio de calidad: se realizan pruebas microbiológicas a los diferentes productos para verificar que se cumplan los estándares de calidad establecidos por la empresa, también se revisa la concentración de los jarabes para verificar que se respete la fórmula de cada producto.
- Área de alimentos: en esta área se producen las diferentes presentaciones de salsa tipo ketchup, y las diferentes presentaciones y sabores de salsas para cocina.
- Área de bebidas: en esta área se producen las diferentes presentaciones de bebidas y néctares, en envases metálicos y de tetrabrik.
- Área de frijoles: en esta área se producen las diferentes presentaciones de frijoles en envase metálico.

#### **1.4 Estructura organizacional**

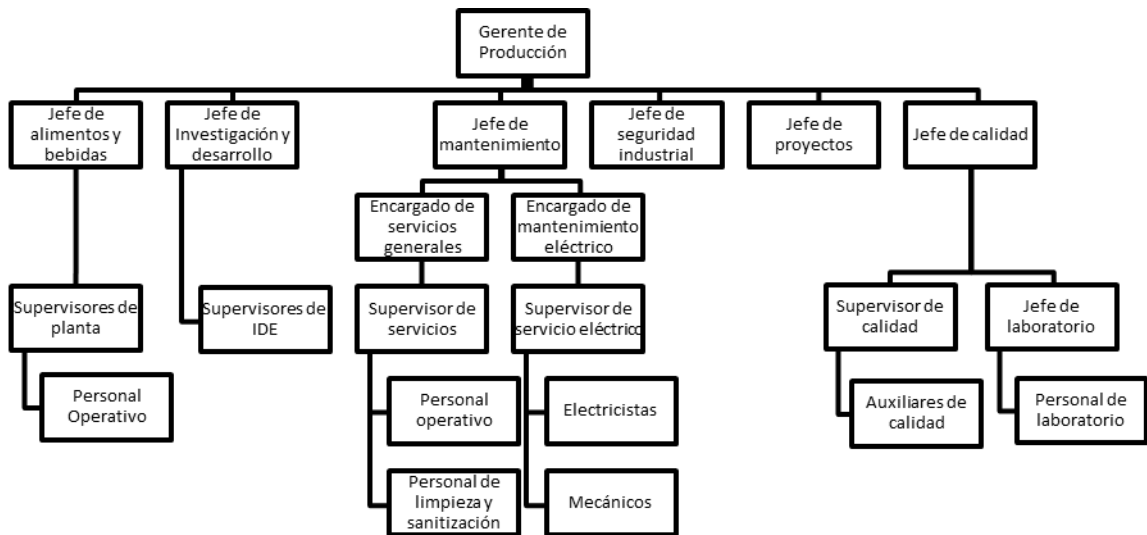
La empresa trabaja de acuerdo con una estructura de departamentalización funcional. Esto quiere decir que, según las necesidades de la empresa, se ha dividido en departamentos los cuales desarrollan diferentes actividades para obtener un valor para la empresa.

La ventaja de este tipo de estructura, es que en cada departamento se reúne a un grupo de personas altamente calificadas para desempeñarse en áreas específicas de trabajo e investigación, como lo puede ser un departamento de investigación y desarrollo, calidad, mantenimiento, seguridad industrial, entre otros.

La desventaja con este tipo de estructura es que da lugar a la constante rivalidad entre sus integrantes, ya que cada individuo busca desempeñarse de la mejor manera y ser recompensado. Este tipo de comportamiento no permite que se desarrolle la habilidad de trabajar en equipo y esto, como consecuencia, provoca que se pierda la visión del departamento.

A continuación, se presenta la estructura organizacional de la planta de producción de la empresa, la cual está diseñada estratégicamente para reunir en una unidad de trabajo a todos los que participan en la producción de sus productos.

Figura 2. Organigrama de la empresa



Fuente: elaboración propia con información proporcionada por Industrias Kern's

Este organigrama es del tipo microadministrativo ya que representa un área específica de la totalidad de empresa. Funciona de manera vertical lo cual significa que, a partir del titular o en este caso del gerente de producción, se despliegan los diferentes departamentos que desarrollan las funciones de la

planta. A partir de ellos, también se despliegan más departamentos o personal calificado dedicado desarrollar las tareas del departamento al que pertenecen.

## **1.5 Mantenimiento productivo total (TPM)**

La filosofía del mantenimiento productivo total (TPM) se originó en Japón. Su objetivo es la eliminación de las pérdidas en la producción debido a las condiciones y estado de los equipos. A través de esta filosofía se pretende optimizar su disponibilidad de operación, maximizar la capacidad de producción y, por consiguiente, mejorar la calidad del producto final por medio de:

- Cero averías
- Cero tiempos muertos
- Cero defectos debido a un mal estado de los equipos
- Cero pérdidas de rendimiento o de capacidad productiva

A continuación se presentaran los principios básicos del TPM, desde su historia, hasta los objetivos que busca esta filosofía de mantenimiento.

### **1.5.1 Historia del TPM**

El mantenimiento preventivo fue introducido en Japón en la década de los cincuenta junto con otras filosofías de control de calidad, como el círculo de *Deming*. En la década de los sesenta las empresas japonesas incorporaron el concepto de *Kaizen* o mejora continua a sus programas de gestión del mantenimiento. Esto significó que, entre las funciones de los departamentos de mantenimiento no solo estaba la corrección de averías en los equipos, sino también mejorar permanentemente la fiabilidad de los equipos apoyados por todos trabajadores dentro de la empresa.

Este progreso de las acciones de mejora continua propició la creación del concepto de prevención del mantenimiento, para ello se realizan acciones de mejora de equipos en todo el ciclo de vida: diseño, construcción y puesta en marcha de los equipos productivos para eliminar actividades de mantenimiento.

El TPM se originó y se desarrolló por la necesidad de mejorar la gestión de mantenimiento para que los equipos trabajaran de acuerdo con los requerimientos de los procesos productivos. Inicialmente, el alcance del TPM se limitó al departamento de mantenimiento. Conforme se fue desarrollando se involucraron más departamentos, como administración, ventas, recursos humanos, entre otros.

### **1.5.2 Elementos constitutivos del TPM**

La filosofía del mantenimiento productivo total dirige parte de su gestión a la calidad total. Por esta razón, inicia enfatizando en la inspección; luego, centra su atención en la prevención. Además, el mantenimiento productivo total pasa de dar prioridad a la simple reparación y corrección de fallas, a privilegiar la prevención y predicción de las averías y del mantenimiento de las máquinas.

Los cuatro elementos básicos del TPM son:

- TPM-AM Mantenimiento Autónomo
- TPM-PM Mantenimiento Preventivo – Predictivo
- TPM-EM Administración del Equipo
- TPM-TEI Participación Total de los Empleados

Estudios recientes están de acuerdo en que para aplicar correctamente el mantenimiento productivo total se deben incluir cinco elementos básicos:

optimizar la efectividad y disponibilidad de los equipos, programar el mantenimiento preventivo-predictivo para toda la vida útil de estos, implementarse en los diferentes departamentos, incluir a todos los miembros de la organización, y fundamentarse en la actividad integrada de pequeños grupos.

La palabra “total” en mantenimiento productivo tiene tres significados que se relacionan con tres importantes características del TPM:

- Eficacia total: implica la búsqueda de eficacia, economía, productividad o rentabilidad.
- Mantenimiento preventivo-predictivo total: se refiere a la prevención del mantenimiento y la mejora en la ejecución del mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo.
- Participación total: fundamentada en el mantenimiento autónomo, por la actividad de operadores o de los pequeños grupos en cada departamento.

### **1.5.3 Principios básicos del TPM**

Entre los principios fundamentales del TPM se pueden enumerar:

- Cero defectos: este principio busca eliminar las seis grandes causas de pérdidas que son: averías, preparación y ajuste, paradas menores y tiempos vacíos, velocidad reducida, defectos de calidad, reducción en rendimiento. Por medio de equipos de diagnóstico adecuados, órganos de control y automatización, con énfasis en los logros de la gestión total de la calidad.

- Inventarios cero: se refiere a la eliminación de sistema de bodegaje, basándose en la producción *just in time* y el aseguramiento de las compras y ventas.
- Rentabilidad total: para esto se requiere desarrollo de programas de mantenimiento preventivo y predictivo complementado con actividades de pequeños grupos.
- Productividad: esta debe ser maximizada y está dada por la relación de salida/entradas donde las salidas se refiere a la calidad, bajo costo, entregas, seguridad, entorno moral y costo de vida útil económica, y las entradas se refieren a los recursos físicos y humanos, ingeniería, mantenimiento de la planta y control de inventarios.
- Participación total: es necesaria la participación cada uno de los empleados de la empresa. Para lo cual la alta dirección debe fijar metas que se deben alcanzar mediante actividades de mejora y mantenimiento que deberán trabajar los pequeños grupos de TPM.
- Mejora de la eficacia: se pretende mantener los equipos libres de manteniendo y disminuir los costos durante su vida útil.
- Logística y tecnología: TPM utiliza la logística y la tecnología, de manera que, tanto más interrelacionadas estén, más equipos se mantendrán libres de fallas.
- Mejoramiento de los lugares de trabajo: implementación del sistema de administración japonés de las 5S: clasificación (*Seiri*), orden (*Seiton*), limpieza (*Seiso*), estandarización (*Seiketsu*), disciplina (*Shitsuke*).

#### **1.5.4 Pilares del mantenimiento productivo total**

Los pilares o procesos fundamentales del TPM sirven de apoyo para la construcción de un sistema de producción ordenado. Se implantan siguiendo una metodología disciplinada, potente y efectiva.

Los pilares considerados por el JIPM (*Japan Institute of plant maintenance*) como necesarios para el desarrollo del TPM en una organización son:

- Mejoras enfocadas: son actividades que se desarrollan con la intervención de los diferentes departamentos involucrados en el proceso productivo, con el objetivo de maximizar la efectividad global de equipos y procesos; todo esto por medio de la labor organizada de pequeños equipos de trabajo que busca la eliminación de las principales fallas y averías dentro de la planta de producción.
- Mantenimiento autónomo: una de las bases principales de TPM es la participación del personal de producción en todas las actividades de mantenimiento. El propósito es de involucrar al operador en el cuidado de los equipos y maquinarias a través de capacitaciones y formación profesional para que sean capaces de mantener las condiciones de operación, conservar las áreas de trabajo limpias y ordenadas. El conocimiento que el operador tiene sobre el equipamiento es la base del mantenimiento autónomo, esto incluye, mecanismos, aspectos operativos, cuidados y conservación, manejo y averías. Con este conocimiento los operadores serán capaces de comprender la importancia de conservar las condiciones en sus áreas de trabajo, realizar inspecciones preventivas, formar parte en el análisis de



problemas y participar en trabajos menores de mantenimiento, para luego participar de tareas de mantenimiento más complejas.

- **Mantenimiento planificado:** el objetivo de este mantenimiento es eliminar los problemas de los equipos por medio de actividades de mejora, prevención y predicción. Para una correcta gestión de las actividades de mantenimiento es necesario contar con bases de datos para obtener información de los mismos, de manera que se puedan programar recursos, implementar mejores tecnologías para el mantenimiento; y motivar y coordinar a las personas encargadas de estas actividades.
- **Mantenimiento de calidad:** este mantenimiento tiene como objetivo mejorar la calidad del producto reduciendo la variabilidad. Esto es posible mediante el control de las condiciones de los componentes y condiciones del equipo que tienen relación directa con las características de calidad del producto. Generalmente, si un equipo falla constantemente y presenta problemas, se detiene como indicio de una avería. Sin embargo, se pueden presentar averías que no implican la detención del funcionamiento del equipo pero las pérdidas se evidencian en las características del producto final.
- **Prevención de mantenimiento:** son actividades de mejora que se realizan durante la fase de diseño, construcción y puesta a punto de los equipos para reducir los costos de mantenimiento durante su explotación. Una empresa que pretende adquirir nuevos equipos debe tomar en cuenta el historial del comportamiento de la maquinaria que posee para identificar posibles mejoras en el diseño y eliminar drásticamente las causas de averías desde que se negocia un nuevo equipo. Las técnicas de prevención de mantenimiento se fundamentan en la teoría de la

fiabilidad, esto requiere contar con buenas bases de datos sobre la frecuencia de averías y reparaciones.

- Mantenimiento en áreas administrativas: en estas actividades se involucran los departamentos que no intervienen directamente en el proceso de producción. Departamentos como planificación, desarrollo y administración no tienen una interacción directa en los procesos productivos, pero facilitan y ofrecen el apoyo necesario para que el proceso productivo funcione eficientemente, con los menores costes, oportunidad solicitada y con la más alta calidad. Su aporte hacia un programa de TPM es la obtención de información.
  
- Educación y entrenamiento: las habilidades tienen que ver con la forma correcta de interpretar y actuar de acuerdo con las condiciones establecidas para el buen funcionamiento de los procesos. Es el conocimiento adquirido por medio de la reflexión y experiencia acumulada en el trabajo diario durante un tiempo. El TPM requiere de un personal capacitado y formado para desarrollar habilidades para el desempeño de las siguientes actividades:
  - Habilidad para detectar y clasificar problemas en los equipos.
  - Comprender el funcionamiento de los equipos.
  - Entender la relación entre el funcionamiento de los mecanismos de los equipos y las características de calidad del producto.
  - Capacidad de analizar y resolver problemas de funcionamiento y operaciones de los procesos.
  - Capacidad para conservar el conocimiento y transmitirlo al resto de compañeros de trabajo.

- Habilidad para trabajar y cooperar con los departamentos relacionados con los procesos industriales.
- Seguridad y medioambiente: el número de accidentes que ocurren dentro de una planta o línea de producción crece en igual medida que el número de pequeñas paradas. Por esta razón, el desarrollo del Mantenimiento Autónomo y una correcta implementación de las 5S son base para tener un ambiente de trabajo seguro. Las mejoras enfocadas sirven como un instrumento para eliminar riesgos en los equipos. La formación en habilidades de percepción es la base para la identificación de riesgos, ya que el personal se encuentra capacitado para asumir mayor responsabilidad por su salud y su seguridad. La práctica de los procedimientos de TPM crean responsabilidad para el cumplimiento de las normas y estándares lo que ayuda a disminuir las pérdidas y aumentar la productividad.

### **1.5.5 La importancia del mantenimiento preventivo**

El objetivo del mantenimiento preventivo es maximizar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos por medio de un programa de mantenimiento eficaz.

El desarrollo del programa de mantenimiento se puede basar en dos sistemas: en las condiciones reales de los equipos y en los datos históricos de la fallas en los equipos. El primer caso se conoce como Mantenimiento basado en la condición o CBM (las siglas responden al nombre en inglés, *Condition-based Maintenance*) tiene como base monitorear y controlar de las condiciones o estado de las máquinas y equipo para determinar el momento óptimo para realizar las tareas de mantenimiento correspondientes.

El segundo caso ha originado un nuevo concepto de mantenimiento denominado Optimización de mantenimiento preventivo o PMO (las siglas responden al nombre en inglés *Planned Maintenance Optimization*) es un método diseñado para revisar los requerimientos de mantenimiento, el historial de fallas y la información técnica de los activos en operación.

El proceso de Optimización del Mantenimiento Preventivo, facilita el diseño de un marco de trabajo racional y rentable, cuando un sistema de MP está consolidado y la planta está bajo control. Esto implica una buena experiencia en mantenimiento planeado. A partir de ahí, las mejoras se pueden alcanzar fácilmente con la adecuada asignación de recursos; y el personal de mantenimiento puede enfocar sus esfuerzos en los defectos de diseño de la planta, o en las limitaciones operativas.

Para determinar la distribución estadística que más se ajuste a su comportamiento real, el programa mantenimiento preventivo debe tomar como parámetro principal los datos históricos de fallas de los equipos.

### **1.5.6 Metas de la filosofía de TPM**

El TPM es el sistema de mantenimiento productivo realizado por todos los empleados de la empresa por medio de actividades de pequeños grupos. El TPM incluye las seis metas siguientes:

- Incrementar la eficacia de los equipos cuidándolos y manteniéndolos en óptimas condiciones, para que puedan operar a todo su potencial, y mantengan su nivel y disponibilidad.
- Involucrar a todos los departamentos y todo el recurso humano de la organización en la implementación del TPM.

- Utilizar una metodología enfocada en la productividad y mantenimiento autónomo para formar agentes y técnicos de las líneas de producción.
- Implementar las actividades de pequeños grupos basadas en capacitación y adiestramiento.
- Implementar un programa de gestión de equipos para mejorar la fiabilidad y disponibilidad de los equipos para eliminar fallos esporádicos o aleatorios y fallos crónicos, así como asegurar la calidad de los productos y mejorar la productividad de la organización.



## 2. FASE II: TÉCNICO-PROFESIONAL

### 2.1 Situación actual de las líneas de producción

Para describir de mejor manera la situación actual de la línea de producción y del departamento donde se desarrolló el proyecto, es necesario mencionar algunos puntos importantes detectados:

- La planta de producción se divide en cinco áreas: área de salsa, alimentos en empaque flexible, área de frijoles, área de bebidas en envase metálico, y el área de *tetrapack*.
- En cada turno de producción se cuenta con un supervisor de planta, que se encarga de velar por el cumplimiento del plan de producción, la dirección y planificación del personal, y el manejo de materias.
- El departamento de mantenimiento está integrado por el jefe de mantenimiento, el encargado de mantenimiento eléctrico, el encargado de servicios generales.
- Actualmente, solo se realizan tareas de mantenimiento correctivo debido a que hace más de 3 años la línea de producción no es objeto de un mantenimiento general u *overhaul*.
- Dependiendo del tipo de mantenimiento correctivo, pueden realizarlo los mecánicos generales, mecánicos eléctricos o una empresa externa.
- El departamento de mantenimiento tiene a su cargo tres talleres: el de tornos, de soldadura y eléctrico.

### 2.1.1 Análisis FODA de la empresa

El análisis FODA es una herramienta de diagnóstico que permite analizar la situación de planta de producción. Para llevarlo a cabo se construye una matriz donde se evidencian las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas. De esta forma es posible desarrollar estrategias para atacar las debilidades y amenazas de la planta y convertirlas en fortalezas y oportunidades.

El diagnóstico de la empresa se presenta a continuación, mediante la herramienta de análisis FODA:

Figura 3. **Matriz FODA de la empresa**

<p style="text-align: center;"><b>Fortalezas</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Marca posicionada en el mercado.</li><li>• Reconocidos por la calidad de sus productos.</li><li>• Amplio catálogo de productos y presentaciones.</li><li>• Capacidad y equipo adecuados para fabricar nuevos productos.</li></ul>	<p style="text-align: center;"><b>Oportunidades</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Incursionar en nuevos segmentos de mercado.</li><li>• Crecimiento de productos saludables, ocasiona oportunidad de diversificación.</li><li>• Proveedores de equipos y maquinaria capacitan continuamente al personal operativo de la empresa.</li><li>• Cuenta con una fundación la cual brinda apoyo en áreas de escasos recursos.</li></ul>
<p style="text-align: center;"><b>Debilidades</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• La mayoría de personal operativo únicamente posee estudios a nivel primario, por lo cual la mano de obra se considera no calificada.</li></ul>	<p style="text-align: center;"><b>Amenazas</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Pérdida de posicionamiento de productos dentro del mercado.</li><li>• Materias primas incumplen con estándares de calidad debido a la variedad de proveedores.</li><li>• No se cumplen las expectativas de los clientes al presentar un nuevo producto.</li></ul>



Continuación de la figura 3

<ul style="list-style-type: none"> <li>• El personal manifiesta gran resistencia al cambio debido al nivel de escolaridad y la intervención del sindicato.</li> <li>• Los intereses laborales del sindicato obstruyen el progreso de la empresa.</li> <li>• La comunicación interdepartamental es deficiente. Ineficiente administración del departamento de mantenimiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solo se cuenta con una planta de producción en el país.</li> <li>• La capacidad de producción de la planta no es suficiente para las demandas de producción.</li> <li>• Se incumple con el tiempo de entrega de los pedidos a los clientes.</li> </ul>
---	---

Fuente: elaboración propia, a través de investigación de campo.

Figura 4. Estrategias de análisis FODA en la empresa

<p><b>MAX-MAX (Fortalezas y oportunidades)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se cuenta con el equipo y la tecnología adecuada para producir nuevos productos atractivos para el consumidor.</li> <li>• Promover y promocionar, actividades por medio de la fundación de la empresa para que sus marcas y productos estén en la mente de los consumidores.</li> </ul>	<p><b>MAX-MIN (Fortalezas y amenazas)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer y transmitir nuevamente los parámetros de calidad a los proveedores de materia prima.</li> <li>• Descartar proveedores de materia prima que incumplen constantemente los parámetros de calidad solicitados, y buscar nuevos proveedores.</li> </ul>
<p><b>MIN-MAX (Debilidades y oportunidades)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Promover la superación académica de la mayor parte de operarios para que cursen estudios de secundaria, de manera que se pueda contar con un personal mejor preparado.</li> </ul>	<p><b>MIN-MIN (Debilidades y amenazas)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Programar reuniones semanales para mejorar las líneas de comunicación entre departamentos para cumplir los objetivos de producción.</li> <li>• Implementar un sistema de gestión cuya filosofía permita establecer nuevas estrategias de producción y control para alcanzar nuevos objetivos.</li> </ul>

Continuación de la figura 4

<ul style="list-style-type: none"><li>• Involucrar al sindicato de empleados en la planificación de actividades de producción y mantenimiento.</li></ul>	
--	--

Fuente: elaboración propia, a través de investigación de campo.

### 2.1.2 Análisis FODA de la línea de producción de salsa

Del análisis de FODA anterior se determinó que la planta de producción presenta condiciones promedio, sin embargo, se detectó que la línea de producción de salsa es una de las áreas con mayor necesidad. Por esta razón, se realiza nuevamente un análisis FODA enfocado en esta área de producción, para determinar las debilidades y amenazas que se deben erradicar.

El diagnóstico de la línea de producción se presenta mediante la herramienta de análisis FODA:

Figura 5. **Matriz FODA línea de producción de salsa**

<p style="text-align: center;"><b>Fortalezas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es una de las líneas con mayor demanda de producción.</li> <li>• Su diseño le permite producir diferentes presentaciones.</li> <li>• La bodega de repuestos cuenta con el <i>stock</i> mínimo para el abastecimiento de repuestos de los distintos equipos de trabajo.</li> <li>• Se cuenta con personal de mantenimiento mecánico exclusivo para el mantenimiento de la línea.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Oportunidades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar mantenimiento preventivo a la maquinaria.</li> <li>• Planificar y llevar un mejor control de los equipos a los que se les da mantenimiento.</li> <li>• Capacitaciones constantes al personal operativo para que el soporte, ante fallas y desperfectos en los equipos, sea óptimo e inmediato.</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>Debilidades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es una de las líneas de producción más antiguas en la planta.</li> <li>• Debido a la antigüedad de los equipos, los defectos de calidad son constantes.</li> <li>• Ineficiente planificación de actividades de producción y mantenimiento.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Amenazas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los atrasos en el cumplimiento de producción cada vez son mayores.</li> <li>• El producto ha disminuido su participación en el mercado.</li> <li>• Los equipos son antiguos y fallan constantemente por lo cual son ineficientes y podrían considerarse obsoletos.</li> </ul>

Continuación de la figura 5

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los paros de producción son constantes y prolongados en esta línea.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clientes inconformes con el producto.</li> <li>• El presupuesto de mantenimiento confiere prioridad a otras áreas de producción.</li> </ul>
---	--

Fuente: elaboración propia, a través de investigación de campo.

Figura 6. Estrategias de análisis FODA línea de producción de salsa

<p style="text-align: center;"><b>MAX-MAX (Fortalezas y oportunidades)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer reuniones periódicas entre los departamentos de producción y mantenimiento para planificar capacitaciones del personal.</li> <li>• El Departamento de producción y mantenimiento deberá coordinar y planificar el mantenimiento preventivo para los equipos.</li> <li>• Considerar la adquisición de equipo para mantenimiento predictivo, lo cual ayudará a mejorar la eficiencia del departamento de mantenimiento.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>MAX-MIN (Fortalezas y amenazas)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Debido a la alta demanda del producto, el departamento de producción deberá redistribuir el presupuesto para que esta línea presente condiciones óptimas.</li> <li>• Reuniones periódicas para planificar y coordinar actividades de producción y mantenimiento para reducir tiempos de preparación y ajuste.</li> <li>• Capacitar al personal de mantenimiento para el control y seguimiento de los trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo que se realicen.</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>MIN-MAX (Debilidades y oportunidades)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reuniones semanales para definir los planes de producción y mantenimiento preventivo; y correctivo de la línea de salsa.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>MIN-MIN (Debilidades y amenazas)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La implantación de un programa de TPM en la línea de salsa permitirá eliminar las pérdidas durante la operación de la línea y mejorar la calidad, eficiencia y disponibilidad de operación.</li> </ul>

Continuación de la figura 6

<ul style="list-style-type: none"><li>• Capacitaciones constantes sobre rutinas de inspección, limpieza y lubricación, así como sobre la detección y corrección de fallas y averías.</li></ul>	
--	--

Fuente: elaboración propia, a través de investigación de campo.

### 2.1.3 Proceso de producción actual

En el área de semisólidos se producen las diferentes presentaciones de salsa tipo ketchup. Se divide en dos líneas de producción, una para la producción en envase plástico PET y la otra para envase de vidrio.

El proceso inicia en el área de preparación donde un operador dispone el producto que se envasará de acuerdo con la hoja de preparación, donde se indican las cantidades de cada ingrediente que se deben agregar por *batch* de producción. El producto terminado que cumpla con los parámetros de calidad se envía por medio de serpentines a la línea de producción.

En la línea de producción, un operador coloca los envases en los transportadores que van hacia la llenadora. Los envases entran a la llenadora a la velocidad adecuada dependiendo de la presentación que se esté trabajando. Al salir de la llenadora pasan a la taponadora donde se coloca la tapa a las botellas y la enrosca. Luego, los envases con producto pasan un proceso térmico para eliminar cualquier bacteria que se pudo agregar durante el llenado.

El proceso en el engolletador, el cual coloca una manga plástica que sirve como sello plástico para la tapa, luego sigue el codificador el cual coloca la fecha de fabricación del producto y su fecha de vencimiento, por último, los

envases son encajados y sellados manualmente por operarios que luego colocan las cajas en carrileras para que el producto sea entarimado.

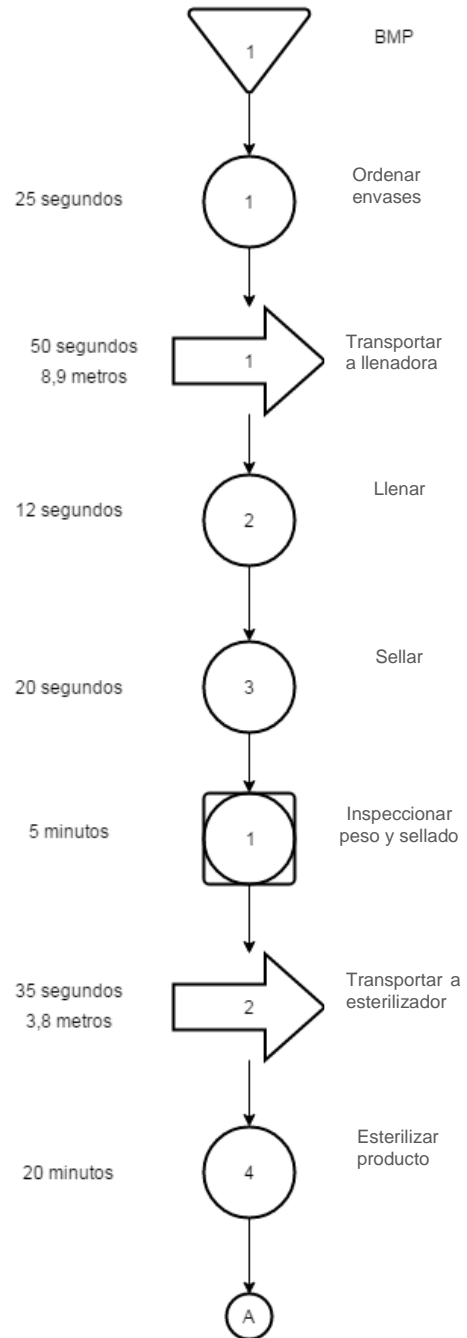
#### **2.1.4 Diagrama del flujo del proceso actual**

La salsa tipo kétchup se fabrica mediante un proceso en línea. Los equipos instalados en la línea de producción son semiautomatizados. El diagrama de flujo se elaboró utilizando un cronometro digital y se aplicó el método de lectura continua, en cual se realizan las lecturas de tiempo de manera progresiva durante cada etapa del proceso y se detiene el cronometro al final del proceso.

A continuación, se presenta el diagrama de flujo para la fabricación la salsa tipo kétchup.

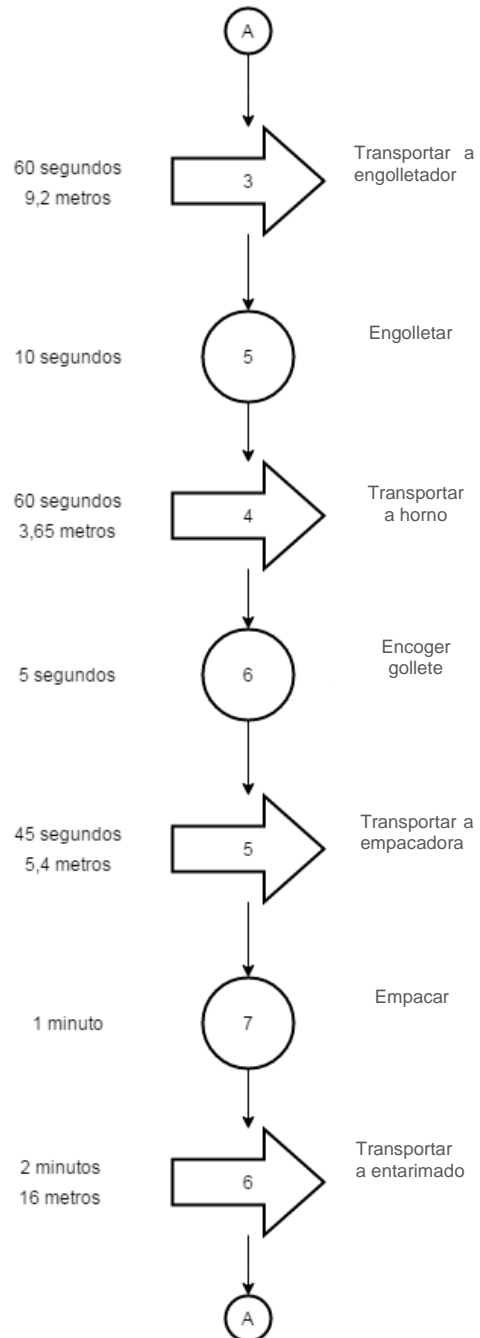
Figura 7. Diagrama de flujo del proceso actual

<b>Diagrama de flujo del proceso</b>	
Empresa: Alimentos Kern's	Diagrama No. 1
Línea: Salsa tipo ketchup	Método: Actual
Elaborador por: Henry López	Hoja 1/3



Continuación de la figura 7

<b>Diagrama de flujo del proceso</b>	
Empresa: Alimentos Kern's	Diagrama No. 1
Línea: Salsa tipo ketchup	Método: Actual
Elaborador por: Henry López	Hoja 2/3





Continuación de la figura 7

<b>Diagrama de flujo del proceso</b>	
Empresa: Alimentos Kern's	Diagrama No. 1
Línea: Salsa tipo ketchup	Método: Actual
Elaborador por: Henry López	Hoja 3/3

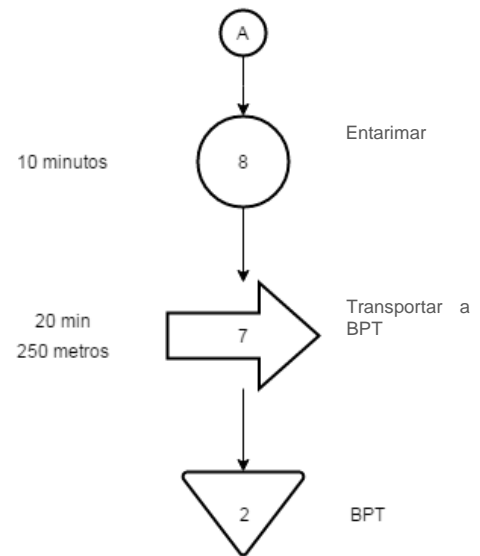


TABLA RESUMEN				
Símbolo	Acción	Cantidad	Distancia	Tiempo
➔	Transporte	7	296,95 m	26,17 minutos
○	Operación	8		32,2 minutos
⊙	Combinada	1		5 minutos
▽	Almacenaje	2		0 minutos
		<b>Total</b>	<b>296,95m</b>	<b>63,37 minutos</b>

Fuente: elaboración propia, a través de investigación de campo.

### **2.1.5 Maquinaria y equipo**

Ordenador de envases: dentro de este equipo se depositan las botellas en envase plástico de diferentes presentaciones. Su función es ordenar y colocar las botellas en posición de llenado.

Llenadora: este es un equipo rotativo, donde las botellas son separadas por un tornillo sinfín y una estrella de entrada que coloca las botellas en los elevadores. Los elevadores colocan la botella debajo de la válvula de llenado. Luego del llenado la estrella de salida y otro tornillo sinfín envía las botellas por el transportador a la taponadora.

Taponadora: este equipo es muy similar a la llenadora, ya que es rotativo. Cuenta con dos mecanismos de tornillo sinfín y estrella, una para la entrada a la taponadora y otra para la salida. El mecanismo de la taponadora es alimentado por un clasificador de tapones, las botellas entran a la estrella de sujeción donde el cabezal taponador fija el tapón.

Esterilizador de vapor: este equipo se encarga de la esterilización final de jugo a través de la inyección de vapor, estabilizando la composición de la salsa por medio de un tratamiento térmico que elimina los microorganismos que se agregaron durante el proceso de llenado.

Engolletador: este equipo se encarga de colocar una manga plástica en el cuello del envase con producto, cuya función es servir como un sello para la tapa del envase. Luego, entra a al horno para que el gollete se encoja y selle la botella.

Codificador y encajado: este último equipo se encarga de imprimir la fecha de fabricación y de expiración del producto, para luego sellar con tape las cajas con producto.

## **2.2 Método actual de planificación del mantenimiento**

Debido a que la salsa tipo ketchup es uno de los productos de mayor demanda de producción dentro de la empresa, el departamento de producción considera que es prioritario cumplir con los planes de producción y que los trabajos de mantenimiento se realizarán cuando haya tiempo disponible, cuando los equipos necesiten reparación urgente o alguna de sus partes quede inservible y necesite cambiarse. Por lo que determinaron que los procedimientos de limpieza y de mantenimiento correctivo son suficientes para mantener los equipos trabajando, y cumplir con los planes de producción.

### **2.2.1 Ishikawa departamento de mantenimiento**

El diagrama de espina de pescado o diagrama causa y efecto es una herramienta utilizada para identificar las causas de un problema determinado.

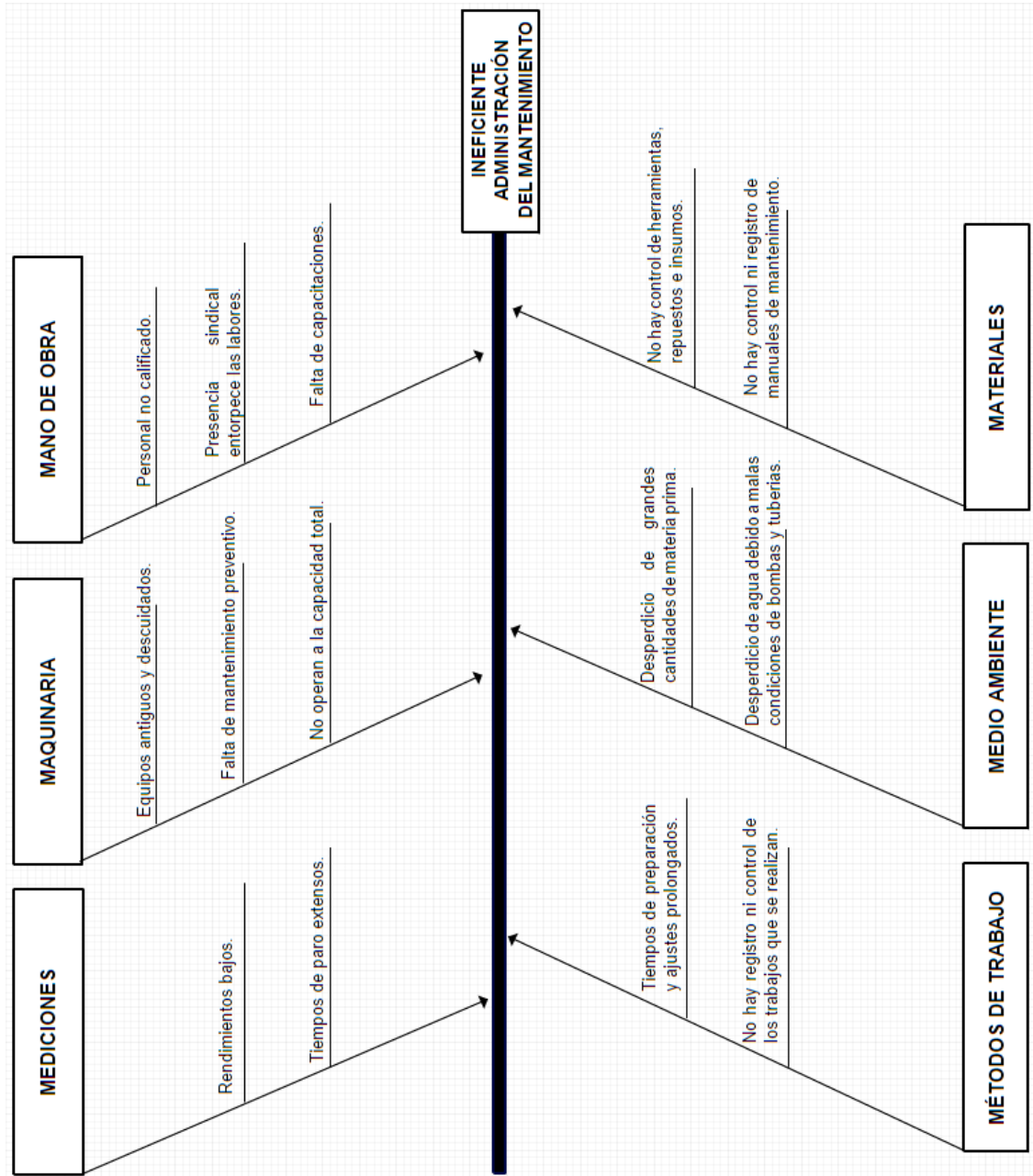
El diagrama se forma a partir de una lluvia de causas que se creen causan un efecto. Esta herramienta es utilizar para realizar diagnósticos y elaborar planes de acción.

Para realizar este diagrama se parte de varias categorías denominadas 6M, las cuales se enumeran a continuación:

- Mano de obra
- Medición
- Materiales
- Maquinaria
- Medio ambiente
- Metodología

A continuación, se presenta un diagrama de Ishikawa en el cual se analiza la administración deficiente de mantenimiento en la planta de producción debido a falta de planificación, averías, escasa comunicación, entre otros.

Figura 8. Diagrama de Ishikawa



Fuente: elaboración propia.

### **2.2.2 Tipo de mantenimiento aplicado**

A continuación, se presentan algunas de las actividades de mantenimiento que se están aplicando actualmente. Estas no están contempladas dentro de un plan de mantenimiento, algunas se llevan a cabo después de una producción o cuando se tiene algún tiempo disponible por alguna eventualidad como: falta de materias primas, defectos de calidad en el producto, falta de espacio en bodegas.

A continuación, se presentan las tareas de mantenimiento que se realizan por sección dentro de la línea de producción:

- Ordenador de envases
  - Limpieza general de la máquina
  - Revisar estado de fajas, chumaceras y cojinetes
  - Revisar temperatura, amperaje y aceite de cajas reductoras
  - Revisar de conexión y mangueras de aire por fugas
  
- Llenadora
  - Limpieza CIP y COP
  - Revisar que válvulas de llenado no estén torcidas
  - Cambiar cojinetes de eje central
  - Cambiar aceite de cajas reductoras
  - Limpieza general de transportadores
  - Revisión de temperatura, amperaje y aceite de reductores
  - Revisar de conexión y mangueras de aire por fugas
  
- Taponadora
  - Limpieza COP

- Revisar estado de manómetro
- Revisar sistema neumático de torque de tapa
- Revisar estado de fajas, cojinetes y chumaceras
- Limpieza general de transportadores
- Revisión de temperatura, amperaje y aceite de reductores
- Revisar de conexión y mangueras de aire por fugas
  
- Esterilizador
  - Limpieza de bombas de agua
  - Revisar funcionamiento de motor
  - Revisar estado de manómetros
  - Cambio de empaques de bombas de agua
  
- Engolletador
  - Revisar estado de cojinetes y chumaceras
  - Afilar o reemplazar cuchillas de estación de corte
  - Revisar estado de motor de horno
  - Revisar estado de ventilador de horno
  - Limpieza general de transportadores
  - Revisión de temperatura, amperaje y aceite de reductores
  - Revisar de conexión y mangueras de aire por fugas
  
- Empacadora
  - Limpieza general de equipo
  - Limpieza de boquillas de impresión
  - Limpieza general de transportadores
  - Revisión de temperatura, amperaje y aceite de reductores
  - Revisar estado de cuchillas de tape
  - Revisar de conexión y mangueras de aire por fugas

### 2.3 Análisis de las pérdidas en operación

Los efectos leves de los equipos son, generalmente, considerados como inocuos, porque su efecto individual en las fallas y defectos de calidad en los productos es mínimo. El objetivo del programa es prevenir el efecto potencial de la acumulación de estos efectos, ya que también pueden aumentar la ocurrencia de otros factores. La mayoría de pérdidas durante los procesos se deben a los ajustes en los equipos. En algunas ocasiones se logran realizar los ajustes sin prueba y error dependiendo de las habilidades del operador.

Los datos de paros no programados en el último trimestre de la línea de salsa se recopilaron por medio del formato establecido por la empresa. A continuación se presenta el documento.

Figura 9. Hoja de registro de paros no programados

Línea: _____ No. de Orden: _____ Fecha: _____			
Operador turno: 1. _____ 2. _____ 3. _____			
Hora inicio: _____ Hora final: _____			
Hora inicio	Hora final	Tiempo total	Razón de paro

Fuente: Proporcionado por departamento de producción.



Con la información obtenida se clasificaron los datos de los paros de producción, según sus causas. Se obtuvieron cuatro clasificaciones:

- Marchas en vacío y esperas
- Ajuste y preparación de equipo
- Averías en los equipos
- Defectos de calidad en el producto

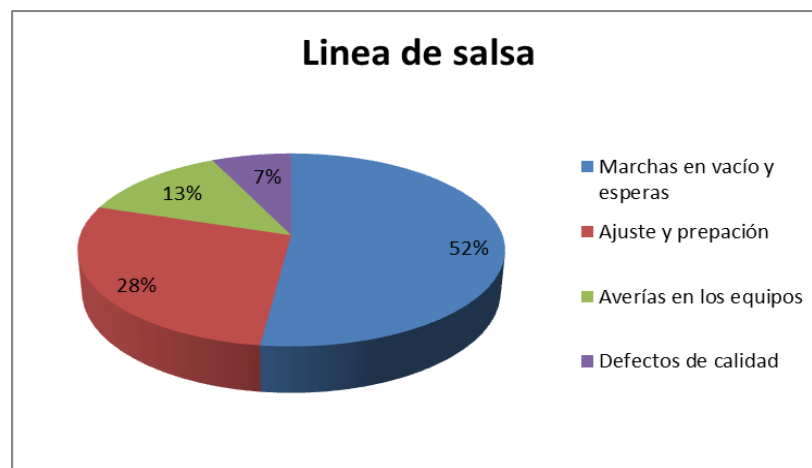
A continuación, se presenta el resumen de la información recopilada para el análisis realizado:

Tabla I. **Paros no programados**

<b>Causa de paro</b>	<b>Tiempo total</b>
Marcha en vacío y esperas	33 116 min
Ajuste y preparación de equipo	1 678 min
Averías en los equipos	779 min
Defectos de calidad	420 min
<b>Tiempo total</b>	<b>5 993 min</b>

Fuente: datos proporcionados por Departamento de Producción.

Figura 10. **Gráfico de paros no programados**



Fuente: investigación de campo.

En el gráfico de pie anterior se pueden observar las causas principales de paros durante el último trimestre de producción. El 52% de los paros se debió a las marchas en vacío y esperas. Estas son la falta de producto u otros insumos para la producción. El ajuste y preparación de los equipos, es decir el tiempo invertido para prepararan el equipo para producir ocupó un 28% del tiempo no productivo. Por último, las averías de los equipos y defectos de calidad representan el 20% del tiempo no productivo.

### 2.3.1 Análisis de tiempos perdidos

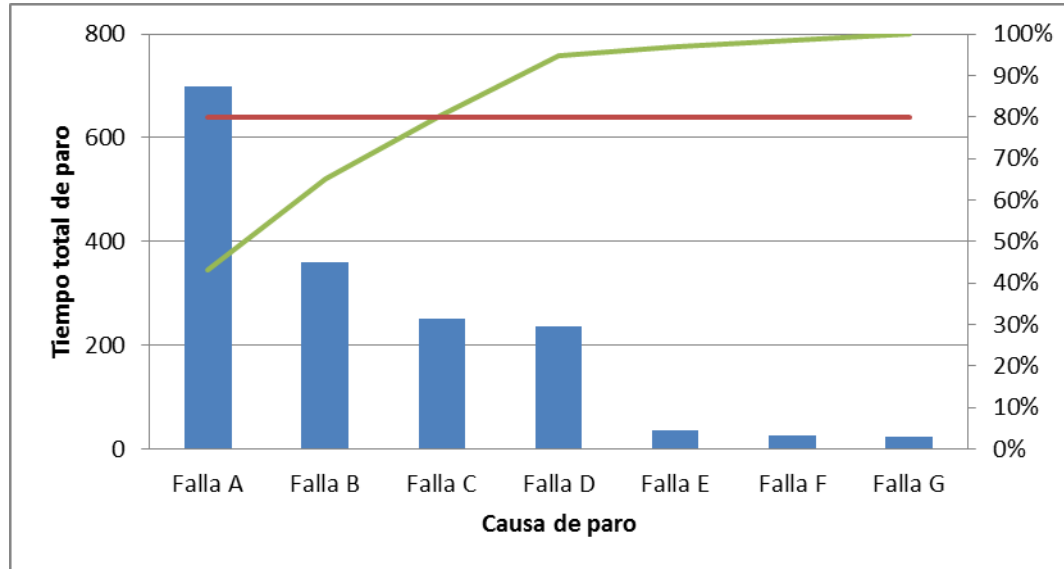
Para el análisis de pérdidas, se utilizó el gráfico de Pareto como herramienta para identificar los problemas con mayor incidencia dentro de la línea, los cuales tienen como objetivo minimizar o eliminar su incidencia.

Tabla II. **Paros de producción mes de septiembre**

Causa de paro	Frecuencia	Tiempo total (minutos)	f	F
Falla A	10	700	43,00%	43,00%
Falla B	12	360	22,11%	65,11%
Falla C	10	250	15,36%	80,47%
Falla D	5	235	14,43%	94,90%
Falla E	2	35	2,15%	97,05%
Falla F	1	25	1,54%	98,59%
Falla G	2	23	1,41%	100,00%

Fuente: investigación de campo.

Figura 11. **Gráfico de Pareto mes de septiembre**



Fuente: investigación de campo.

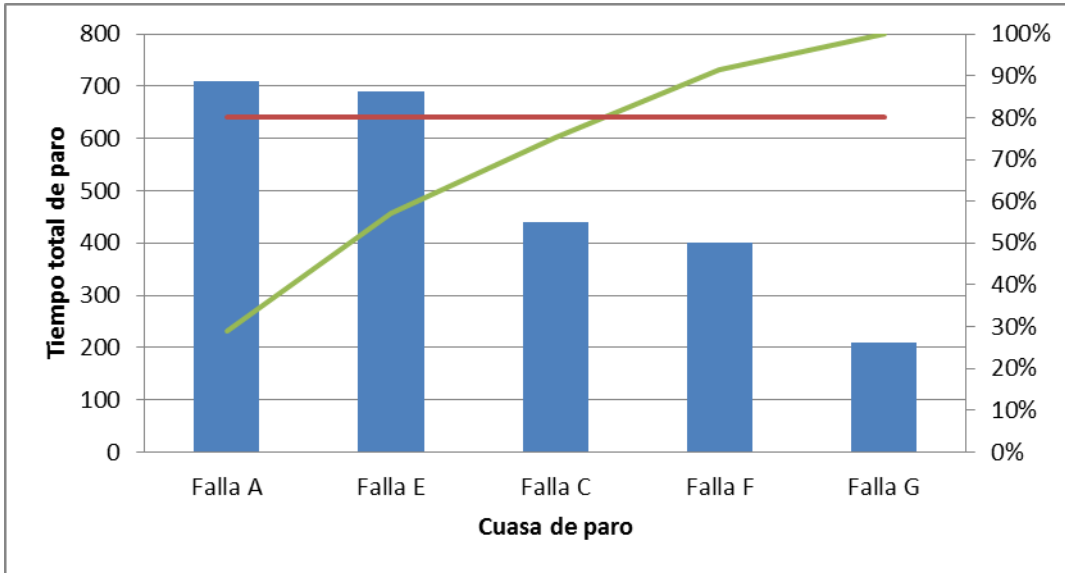
En el gráfico se puede observar que el problema con mayor incidencia es el tiempo falla A, este junto las fallas B y C inciden en un 80,47% del tiempo perdido durante la operación de la línea.

Tabla III. **Paros de producción mes de octubre**

Causa de paro	Frecuencia	Tiempo total (minutos)	f	F
Falla A	40	710	28,98%	28,98%
Falla E	50	690	28,16%	57,14%
Falla C	10	440	17,96%	75,10%
Falla F	25	400	16,33%	91,43%
Falla G	20	210	8,57%	100,00%

Fuente: investigación de campo.

Figura 12. **Gráfico de Pareto mes de octubre**



Fuente: investigación de campo.

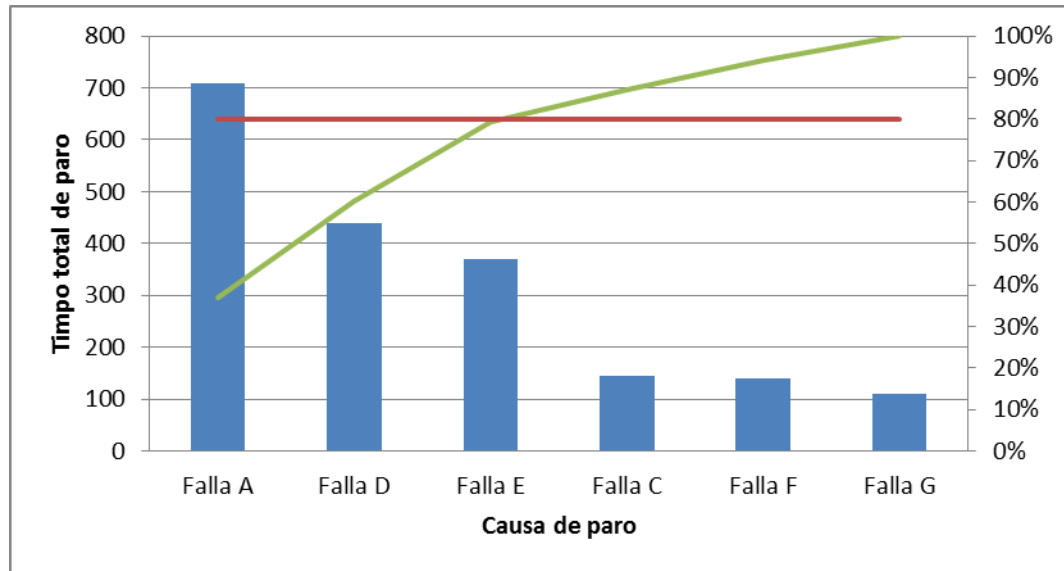
En el gráfico se puede observar que el problema con mayor incidencia sigue siendo la falla A, esta falla junto a las fallas E y C inciden en un 75,10% del tiempo perdido durante la operación de la línea.

Tabla IV. **Paros de producción mes de noviembre**

Causa de paro	Frecuencia	Tiempo total (minutos)	f	F
Falla A	10	710	37,08%	37,08%
Falla D	10	440	22,98%	60,05%
Falla E	5	370	19,32%	79,37%
Falla C	7	145	7,57%	86,95%
Falla F	2	140	7,31%	94,26%
Falla G	5	110	5,74%	100,00%

Fuente: investigación de campo.

Figura 13. **Gráfico de Pareto mes de noviembre**



Fuente: investigación de campo.

Se observa que el problema con mayor incidencia continúa siendo la falla A, seguida de las fallas D y E inciden en un 79,37% del tiempo perdido durante la operación de la línea.

### 2.3.2 Eficiencia del equipo

La eficiencia del equipo es una medida de valor agregado de la producción a través del equipo. TPM maximiza la eficacia del equipo por medio de dos tipos de actividad:

- Cuantitativa: incrementa la disponibilidad total del equipo y mejora su productividad en un período dado de tiempo.
- Cualitativa: estabiliza la calidad.

- Disponibilidad

La disponibilidad es la proporción de tiempo durante el cual una línea de producción o equipo está en condiciones de ser usado.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{T. operación} - \text{T. perdido}}{\text{T. operación}}$$

Donde el T. operación es tiempo total disponible para la operación de la maquina sin tomar en cuenta los tiempos para comida y días festivos, a los cuales se les denomina paros programados. El tiempo perdido es el tiempo durante el cual la línea de salsa estuvo detenida por fallas o averías, esto se denominan paros no programados.

- Ejemplo

Tiempo de operación de la línea de salsa: 1305 minutos

Tiempo perdido: 270 minutos

$$\text{Disponibilidad} = \left( \frac{1305\text{min} - 270\text{min}}{1305\text{min}} \right) * 100 = 79,31\%$$

Esto significa que del tiempo total disponible para operar el 80% del tiempo la línea de producción está en condiciones de operar. El 20% del tiempo restante se emplea en reparaciones, ajustes y otros paros no programados.

- Rendimiento

La tasa de desempeño o rendimiento del equipo es el índice que representa el nivel de efectividad del proceso, asumiendo que la línea de salsa no tiene paradas programadas de ningún tipo.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Nivel de producción actual}}{\text{Nivel de producción teórico}}$$

Donde el nivel de producción actual es la capacidad real de producción, en botellas/minuto, de la línea de producción. Y el nivel de producción teórico es la capacidad teórica o de diseño, en botellas/minutos, de la línea de producción.

- Ejemplo

Nivel de producción actual: 77 unidades/minuto

Nivel de producción teórico: 90 unidades/minuto

$$\text{Rendimiento} = \left( \frac{77 \text{ unidades/minuto}}{90 \text{ unidades/minuto}} \right) * 100 = 85,56\%$$

Esto significa que la línea de producción está operando en un 85% de su capacidad real instalada.

- Tasa de calidad

La tasa de calidad o índice de calidad, representa el grado de efectividad que tiene la línea de producción de salsa para lograr los estándares de calidad del producto que se fabrica.

$$\text{Tasa de calidad} = \frac{\text{Volumen de producción-producto defectuoso}}{\text{Volumen de producción}}$$

Donde el volumen de producción es la cantidad de unidades producidas por la línea de producción. El producto defectuoso son las unidades desechadas por defectos de calidad o unidades dañadas por mal funcionamiento de los equipos. Y la diferencia de estos es la producción real de la línea de producción de semisólidos.

- Ejemplo

Volumen de producción: 3312 unidades

Producto defectuoso: 250 unidades

$$\text{Calidad} = \left( \frac{3312 \text{ unidades} - 250 \text{ unidades}}{3312 \text{ unidades}} \right) * 100 = 95,45\%$$

Esto significa que, de cada 100 unidades producidas, 95 unidades cumplen los estándares de calidad establecidos, y las otras 5 unidades presentan defectos.

- Eficiencia general de los equipo

Una meta de TPM es incrementar la eficacia de los equipos para que cada puedan ser operados en todo su potencial y mantener a ese nivel. La creencia de que las cero descomposturas pueden ser alcanzadas es un prerrequisito para el logro de TPM.



**Índice de eficiencia global de los equipos -OEE-**. La eficiencia puede ser medida utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} * \text{Rendimiento} * \text{Calidad}$$

Donde la eficiencia global de los equipos es el producto de la multiplicación de los índices de disponibilidad, rendimiento y calidad. Un equipo o línea se considera eficiencia cuando este índice es mayor o igual al 70%.

- Ejemplo

Disponibilidad: 79,31%

Rendimiento: 85,56%

Calidad: 92,75%

$$\text{OEE} = (79,31\% * 85,56\% * 92,75\%) * 100 = 62,93\%$$

El valor de OEE permite clasificar una o más líneas de producción de una planta, en función de cuáles son las mejores y cuales ya cuentan con un buen nivel de eficiencia. La clasificación se realiza de acuerdo con los siguientes criterios:

- OEE < 65% inaceptable. Se producen importantes pérdidas económicas.
- 65% < OEE < 75% regular. Aceptable sólo si se está en proceso de mejora.
- 75% < OEE < 85% aceptable. Continuar la mejora para superar el 85 % y avanzar hacia la *World Class*.
- 85% < OEE < 95% buena. Entra en Valores *World Class*.
- OEE > 95% excelencia. Valores *World Class*.

### 2.3.3 Índices y eficiencias actuales

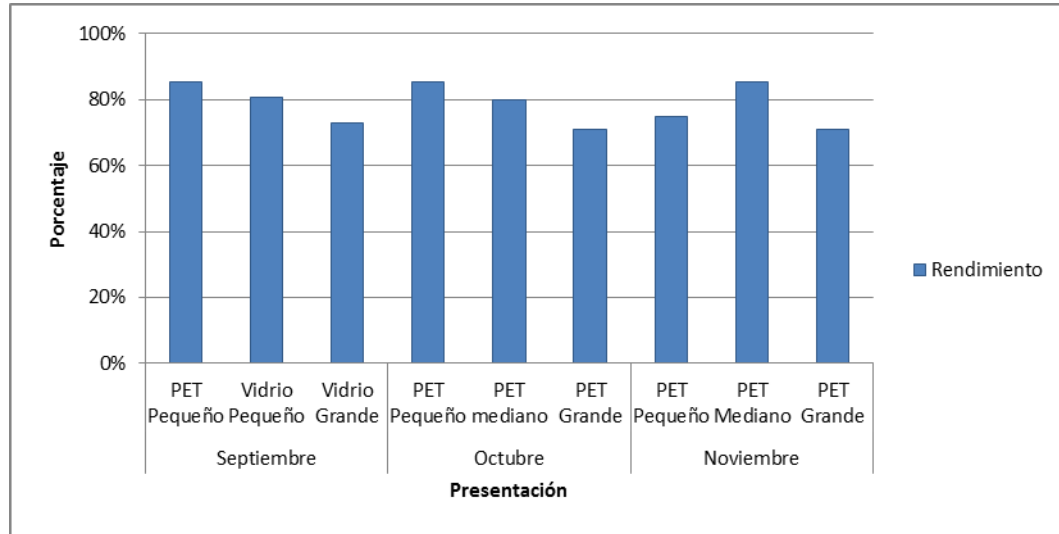
Se desarrolló una investigación de campo donde realizaron observaciones para determinar los índices actuales de la línea de producción de semisólidos, tomando en cuenta los datos recopilados de los paros de producción del último trimestre de producción, datos de calidad y datos técnicos de los equipos de producción. A continuación, se presentan los resultados de estas mediciones y observaciones:

Tabla V. **Cálculo rendimiento de los equipos**

<b>Mes</b>	<b>Presentación</b>	<b>Velocidad real (bot/min)</b>	<b>Velocidad estándar (bot/min)</b>	<b>Rendimiento</b>
Septiembre	PET pequeño	77	90	<b>85,56%</b>
	Vidrio pequeño	105	130	<b>80,77%</b>
	Vidrio grande	95	130	<b>73,08%</b>
Octubre	PET pequeño	77	90	<b>85,56%</b>
	PET mediano	72	90	<b>80,00%</b>
	PET grande	64	90	<b>71,11%</b>
Noviembre	PET pequeño	77	90	<b>85,56%</b>
	PET mediano	60	90	<b>66,67%</b>
	PET grande	64	90	<b>71,11%</b>

Fuente: investigación de campo.

Figura 14. Rendimiento



Fuente: elaboración propia.

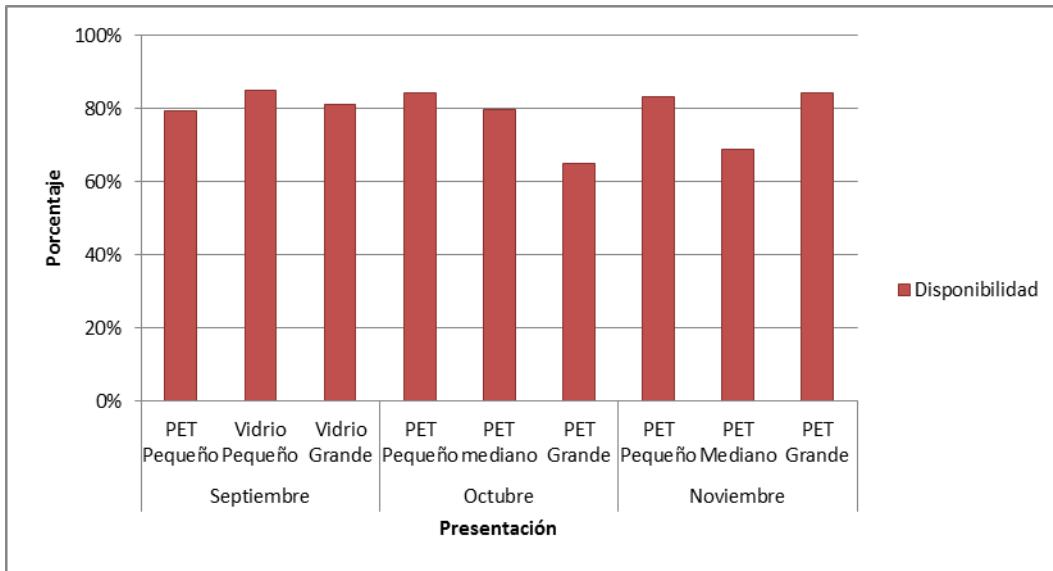
De acuerdo con la información recopilada y, como se puede observar la figura 14, el rendimiento en promedio durante el último trimestre del año fue del 77,71%. Esto significa que el rendimiento de la línea de producción es regular.

Tabla VI. Cálculo disponibilidad de los equipos

Mes	Presentación	Tiempo operativo (min)	Tiempo muerto (min)	Disponibilidad
Septiembre	PET pequeño	1305	270	79,31%
	Vidrio pequeño	1305	195	85,06%
	Vidrio grande	1305	245	81,23%
Octubre	PET pequeño	1305	205	84,29%
	PET mediano	1305	265	79,69%
	PET grande	1305	455	65,13%
Noviembre	PET pequeño	1305	220	83,14%
	PET mediano	1305	405	68,97%
	PET grande	1305	205	84,29%

Fuente: investigación de campo.

Figura 15. Disponibilidad



Fuente: elaboración propia.

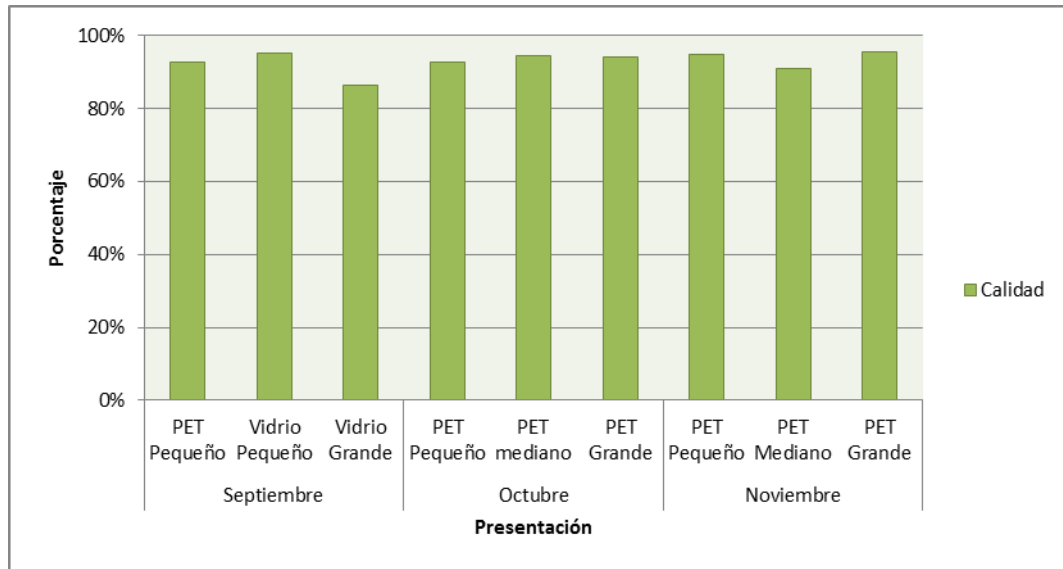
De acuerdo con la información recopilada y, como se puede observar la figura 15, la disponibilidad en promedio durante el último trimestre del año fue del 79,01%. Esto significa que la disponibilidad de la línea de producción es aceptable.

Figura 16. **Cálculo índice de calidad**

Mes	Presentación	Unidades producidas	Unidades defectuosas	Calidad
Septiembre	PET pequeño	3312	250	<b>92,45%</b>
	Vidrio pequeño	2790	135	<b>95,16%</b>
	Vidrio grande	1760	240	<b>86,36%</b>
Octubre	PET pequeño	2400	174	<b>92,75%</b>
	PET mediano	3600	200	<b>94,44%</b>
	PET grande	5000	300	<b>94,00%</b>
Noviembre	PET pequeño	2880	150	<b>94,79%</b>
	PET mediano	4464	400	<b>91,04%</b>
	PET grande	2500	110	<b>95,60%</b>

Fuente: investigación de campo.

Figura 17. **Calidad**



Fuente: elaboración propia.

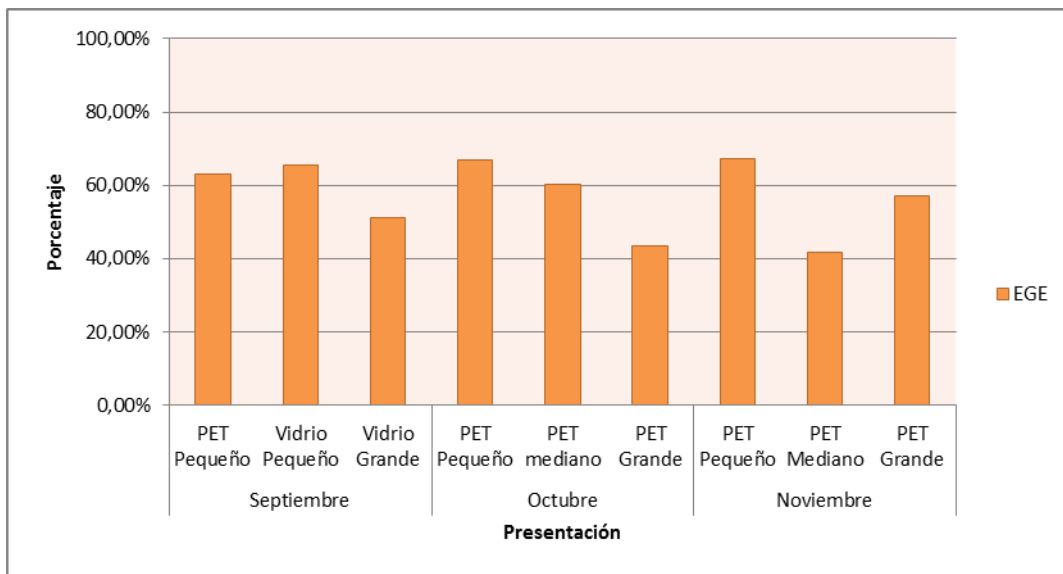
De acuerdo con la información recopilada y, como se puede observar la figura 16, la calidad en promedio durante el último trimestre del año fue del 92,99%. Esto significa que la calidad de la línea de producción es buena.

Tabla VII. Resumen Índices y eficiencias actuales

Mes	Presentación	Rendimiento	Disponibilidad	Calidad	OEE
Septiembre	PET Pequeño	85,56%	79,31%	92,75%	62,93%
	Vidrio Pequeño	80,77%	85,06%	95,16%	65,38%
	Vidrio Grande	73,08%	81,23%	86,36%	51,26%
Octubre	PET Pequeño	85,56%	84,29%	92,75%	66,89%
	PET mediano	80,00%	79,69%	94,44%	60,21%
	PET Grande	71,11%	65,13%	94,00%	43,54%
Noviembre	PET Pequeño	85,56%	83,14%	94,79%	67,43%
	PET Mediano	66,67%	68,97%	91,04%	41,86%
	PET Grande	71,11%	84,29%	95,60%	57,30%

Fuente: investigación de campo.

Figura 18. OEE



Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar, los índices están por debajo de lo requerido, a excepción de la calidad que siempre se ha mantenido en un nivel más alto de lo pretendido, esto es porque hay un ojo óptico (*check list*) encargado de desechar

o pasar el producto antes de ser empacado y esto garantiza cerca del 100% de la calidad en los productos.

A partir del análisis realizado, y los índices obtenidos, se puede decir que el índice de eficiencia global de los equipos está por debajo de lo requerido y esto se debe a que los índices de disponibilidad y desempeño están por debajo de lo mínimo aceptado, porque los tiempos perdidos son altos y con frecuencia se enfrenta el mismo problema. Esto también indica que los operadores no prestan atención a sus equipos de trabajo y las fallas que presentan. Además, el equipo de mecánicos no ataca de manera correcta la raíz de la falla en los equipos. Esto hace que los operarios o mecánicos se desliguen de cualquier responsabilidad ante un problema. Por todo esto, la implementación del TPM es necesaria para la línea de producción ya que se lograría que el personal se involucrara más en el cuidado y mantenimiento de la máquina que operan.





### **3. PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN**

#### **3.1 Bases legales para la correcta implementación de TPM**

Para que un programa de TPM sea exitoso, necesita de la colaboración de todo el personal de la planta de producción. Sin embargo, el sindicato ejerce una influencia muy amplia dentro de la planta. Esto dificulta la implementación del TPM.

Por lo anterior, fue necesario revisar algunas las condiciones establecidas dentro del Pacto Colectivo entre la empresa y sus trabajadores.

##### **3.1.1 Anuncio de la alta dirección de la decisión de introducir el TPM**

De acuerdo con las condiciones establecidas en el Artículo 11 del Pacto Colectivo, el anuncio de la introducción del programa de TPM se deberá hacer en Junta Mixta compuesta por el Comité Ejecutivo del Sindicato, o en ausencia de ellos, por el Consejo Consultivo, y hasta cinco representantes de la Empresa.

En dicha junta se desarrollará y se regirá por las siguientes disposiciones:

- a) Se reunirá ordinariamente los días jueves de cada dos semanas, comprometiéndose las partes a intercambiarse los puntos de agenda a tratar, por lo menos con 24 horas de anticipación a la fecha de la sesión, siendo en consecuencia los únicos puntos a tratar.
- b) Las sesiones ordinarias se verificarán dentro del horario de trabajo, de 08:30 a 12:30 horas.

- c) En caso de que surjan problemas urgentes, a juicio de cualquiera de las partes, la junta mixta se reunirá en el momento en que se solicite y se pronunciará dentro del término no mayor de cuarenta y ocho (48) horas de conocido el asunto, plazo que podrá prorrogarse por decisión de la misma junta.
- d) Del desarrollo de las sesiones de Junta Mixta se levantará acta en duplicado, haciendo constar los acuerdos o resoluciones a que se llegue, quedando un ejemplar a cada una de las partes y en el caso que así lo decidan, se hará llegar una copia a la Inspección General de Trabajo.

### **3.1.2 Entrenamiento y promoción de TPM**

El entrenamiento y promoción de la célula de pilotaje de TPM se desarrollará dentro de las instalaciones de la empresa, en los horarios establecidos por la misma. Por lo que, de acuerdo con el Artículo 12 del pacto colectivo, se deberán respetar los horarios de las jornadas de trabajo establecidos en la empresa, según se presentan a continuación:

- a) Jornada diurna: nueve horas diarias de lunes a jueves y ocho horas el día viernes.
- b) Jornada mixta: ocho horas y media de lunes a jueves y ocho horas el día viernes.
- c) Jornada nocturna: siete horas y media de lunes a jueves y seis horas el día viernes.

Dichas jornadas se laborarán dentro de los horarios que a continuación se detallan:

#### Jornada I

1er. Turno de lunes a jueves, entrada 04:00 salida 12:30 horas

1er. Turno día viernes, entrada 04:00 salida 12:00 horas

- 2º. Turno de lunes a jueves, entrada 12:30 salida 21:00 horas
- 2º. Turno día viernes, entrada 12:00 salida 20:00 horas
- 3er. Turno de lunes a jueves, entrada 21:00 salida 04:00 horas
- 3er. Turno día viernes, entrada 20:00 salida 04:00 horas

#### Jornada II

- 1er. Turno de lunes a jueves, entrada 07:00 salida 16:00 horas
- 1er. Turno día viernes, entrada 07:00 salida 15:00 horas
- 2º. Turno de lunes a jueves, entrada 16:00 salida 23:00 horas
- 2º. Turno día viernes, entrada 15:00 salida 23:00 horas
- 3er. Turno de lunes a jueves, entrada 23:00 salida 06:30 horas
- 3er. Turno día viernes, entrada 23:00 salida 05:00 horas

### **3.1.3 Célula de pilotaje**

La célula de pilotaje estará integrada por el personal que el departamento de producción considera capaz y apto para desarrollar el programa de TPM.

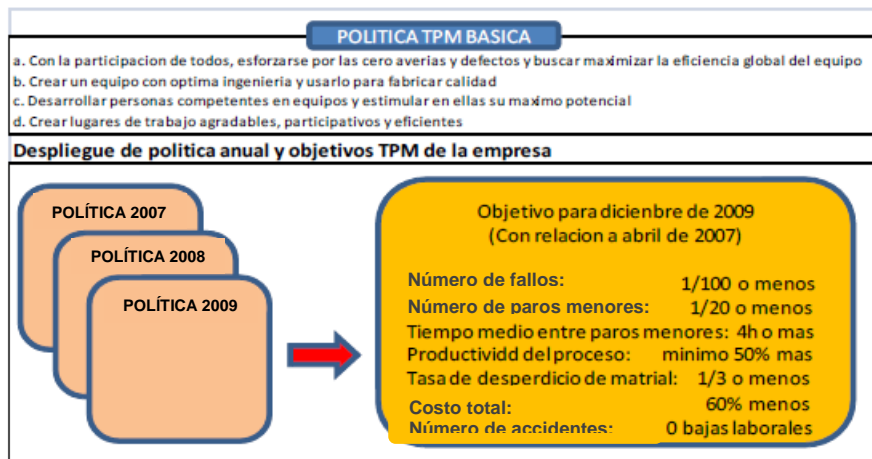
Por ello, deberá incluir dentro del perfil del personal operativo de la línea de producción de salsa, las tareas y trabajos por desarrollar para la implementación correcta del programa de TPM, de acuerdo con el Artículo 16 del pacto colectivo, el cual establece lo siguiente:

Los trabajadores contratados por la Empresa, para prestar sus servicios en cualquiera de las áreas de trabajo, en ningún caso serán ocupados en trabajos particulares o ajenos a la misma.

### 3.2 Desarrollo de la política de TPM

La política de TPM básica debe ser parte integral de la política global de la empresa y debe indicar los objetivos y directrices de las actividades por realizar. Los objetivos TPM deben relacionarse con la planificación estratégica de la empresa, es decir, con los objetivos de negocio a mediano y largo plazo. La duración del programa TPM debe ser tan amplia como para obtener los objetivos fijados.

Figura 19. Ejemplo de política y objetivos TPM básicos



Fuente: SUZUKU, Tokutaro. TPM en industrias de proceso.

La alta gerencia y el departamento de producción deben empezar estableciendo políticas y metas básicas. Debido a que se requiere de, por lo menos tres años para eliminar totalmente los defectos y averías por medio del TPM, una política básica de la dirección debe ser el compromiso con el programa e incorporar procedimientos concretos de desarrollo del TPM.

Para fijar una meta alcanzable, debe medirse y comprometer el nivel actual de las averías y defectos de la maquinaria y equipo. Algunas empresas no cuentan con esta información, por lo que deben empezar identificando las

condiciones actuales de las líneas de producción. A continuación, se presenta un ejemplo que ayudara la formulación de las metas.

Tabla VIII. Ejemplo de formulación de metas TPM

	Indicadores	Frecuencia organizada	Meta	Planta	Área	Línea
Productividad	• Partes producidas por hora/persona	Mensual	15%arriba	X	X	X
	• Eficiencia General del Equipo	Mensual	30%arriba		X	X
	• Numero de paros principales	Mensual	75%arriba	X	X	X
	• Numero de paros menores	Mensual	75%arriba		X	X
Calidad	• Tasa de desperdicio/retrabajo	Mensual	75%abajo	X	X	X
	• Capacidad de producir calidad a la 1ra.	Mensual	>99%		X	X
	• Quejas de los clientes	Mensual	75%abajo	X	X	X
Costo	• Costo de calidad (costo del <i>scrap</i> )	Mensual	50%abajo	X	X	X
	• Costo por unidad	Mensual	25%abajo	X	X	X
	• Costo de mantenimiento	Mensual	15%abajo	X	X	
Entrega	• Tasa de entrega en tiempo	Mensual	>95%	X	X	
	• Tiempo de cambios	Mensual	75%abajo		X	X
Seguridad	• Accidentes con pérdida de tiempo	Mensual	0	X	X	X
	• Tasa de gravedad del accidente	Mensual	<0,5	X	X	X
Motivación	• Sugerencias	Mensual	20/persona	X	X	X
	• Horas de capacitación por persona	Mensual		X	X	X
	• Numero de etiquetas	Mensual		X	X	X
	• Horas de actividad TPM/mes	Mensual		X	X	X

Fuente: Seiichi Nakajima, Introducción al TPM, Mantenimiento Productivo Total, pagina 64.

Una vez fijadas las metas a medio y largo plazo para la empresa, cada departamento debe desarrollar adicionalmente sus propias metas. Las metas anuales son determinadas por la alta gerencia asegurando que los temas y metas establecidos por los pequeños grupos de trabajos sean consistentes con las metas globales de la compañía.

### 3.3 Manual de procedimiento TPM para las líneas de producción

## MANUAL DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA ALIMENTADOR DE ENVASES EN LÍNEA DE SEMISÓLIDOS

### Introducción

El presente procedimiento detalla todas las actividades de inspección, limpieza y lubricación que deben de llevarse a cabo en los equipos y maquinaria de trabajo de la línea de semisólidos.

### Objetivo

Prever accidentes, atrasos de producción y mantener los equipos de trabajo en óptimas condiciones por medio de actividades inspección, limpieza y lubricación.

### Alcance

El presente procedimiento se aplica al equipo y maquinaria instalada en la línea de semisólidos.

### Desarrollo

- **Inspección**

Se realizan para verificar el funcionamiento seguro, eficiente y económico de la maquinaria y equipo.

Por medio de inspecciones visuales, manuales y auditivas, realizar paso a paso cada tarea que se detalla en el *check-list* de inspección. Las inspecciones deben realizarse mientras los equipos están detenidos, antes de iniciar producción y luego del paro de producción. Para mayor detalle, dirigirse al apartado de Instructivo de inspección de maquinaria y equipo para alimentador de envases.

- Instructivo de inspección de maquinaria y equipo para alimentador de envases

### 1) Revisión de la limpieza del área

El área de trabajo, que comprende del ordenador de envases hasta el primer transportado de tablilla, debe mantenerse limpia y ordenada.

El operador se debe asegurar de que el área esté libre de botellas tiradas, restos de madera de las tarimas, pedazos de cartón de las cajas, y que los equipos como el ordenador y los transportadores estén limpios.

**Figura 1.** Piso sucio



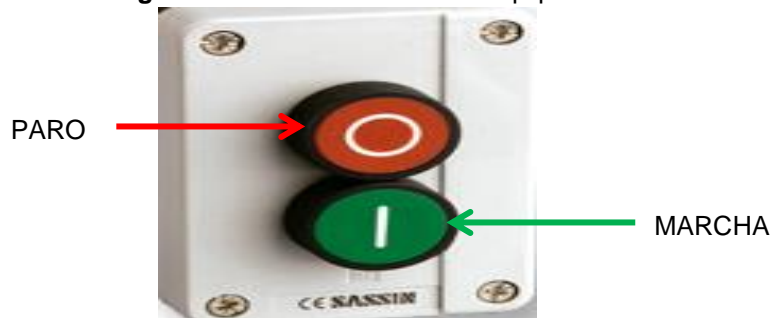
**Figura 2.** Transportador limpio



### 2) Revisar funcionamiento de ordenador de envases

Asegurar que el ordenador y los transportadores funcionen correctamente, presionando el botón de *Marcha* para activar el equipo y el botón *Paro* para detenerlo.

**Figura 3.** Funcionamiento de equipos



### 3) Revisión de ausencia de fugas de aire en el lugar

Inspeccionar las conexiones de aire de los equipos en busca de fugas de aire. Primero, inspeccionar con la mano las conexiones y mangueras por corrientes de aire.

**Figura 4.** Conexiones y mangueras de aire



### 4) Revisión general de transportadores

Inspeccionar las condiciones de las guías y tablillas del transportador, asegurando que estén en buenas condiciones y no se encuentren quebradas.

**Figura 5.** Tablillas en buen estado



**Figura 6.** Guías en buen estado



### 5) Revisión del estado físico de chumaceras

Revisar las condiciones de las chumaceras a través de dos medios: oído y tacto.



- Oído: si la chumacera se encuentra en buen estado emite un suave sonido durante su funcionamiento. Si hace ruidos fuertes y extraños, metálicos significa que el rodamiento está dañado debido a mala lubricación, contacto entre superficies o que el rodamiento está roto.
- Tacto: si la temperatura de la chumacera es muy alta, puede significar falta de lubricación o exceso de lubricante.

#### 6) Revisión del estado de ejes de tracción

Inspeccionar por medio del oído y tacto las condiciones de los ejes de tracción, si el eje emite ruidos extraños y la temperatura de operación es alta, significa que está dañado por falta de lubricación o contacto metal con metal con el rodamiento.

#### 7) Revisión de las condiciones de las cadenas de tracción

**IMPORTANTE: ESTA ACTIVIDAD SE REALIZA CON LA MÁQUINA DETENIDA**

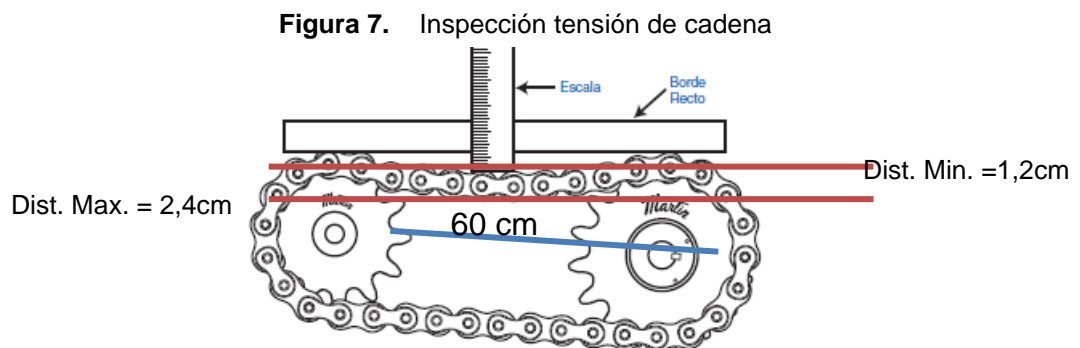
- Revisar que la tensión en las cadenas de tracción sea correcta. Si la cadena de tracción cae entre el 2%-4% de la distancia entre los ejes de los Sprocket quiere decir que tensión en la cadena no es la adecuada.

#### Ejemplo

Distancia entre ejes = 60 cm

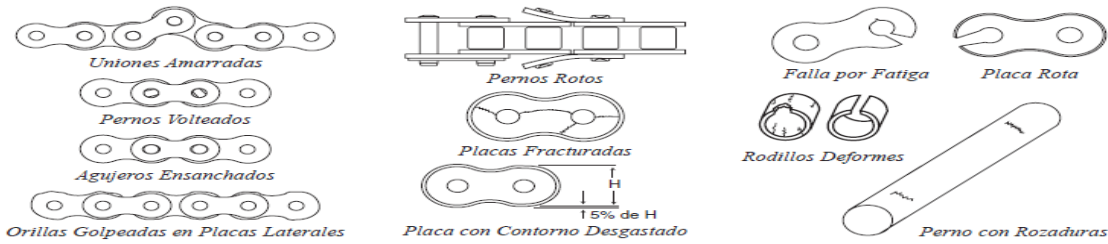
Distancia mínima de hundimiento =  $60\text{cm} \times 2\% = 1,2\text{cm}$

Distancia máxima de hundimiento =  $60\text{cm} \times 4\% = 2,4\text{cm}$



- Revisar que los pernos de la cadena no estén gastados, dañados o rotos

**Figura 8.** Fallas en cadenas



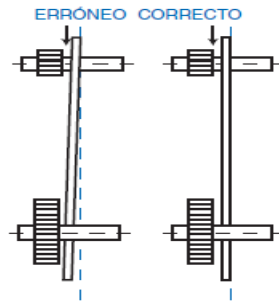
- Revisar que el *sprocket* no este dañado, desgastado o roto

**Figura 9.** Fallas en *sprockets*



- Revisar que el *sprocket* y la cadena estén correctamente alineados.

**Figura 10.** Alineación de cadena y *sprocket*



## 8) Revisión general de moto-reductores

Inspección, por medio del oído y tacto, de los motores eléctricos en busca de ruidos extraños y vibraciones que pueden significar que algún elemento interno este roto, mal alineado o partes flojas.

○ **Formato para registro de inspección**

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN MANUAL DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL LÍNEA DE SEMISÓLIDOS							FECHA: _____
Título:		Área			Código:		
Inspección de maquinaria y equipo		<b>Alimentación de envases</b>			TPM-I001		
Arranque de producción: <input type="checkbox"/>		Paro de producción: <input type="checkbox"/>					
Ítem	Descripción	Cumple		Informar a:	Corrección		Observaciones
		SI	NO		SI	NO	
1	Revisión de la limpieza en el área.			Supervisor			
2	Revisión del funcionamiento de ordenador de envases.			Electricista			
3	Revisar que no existan fugas de aire en el lugar.			Mecánico			
4	Revisión general de transportador.			Mecánico			
5	Revisión del estado físico de chumaceras.			Mecánico			
6	Revisión del estado de ejes de tracción.			Mecánico			
7	_Revisión de la condición de la cadena de tracción.			Mecánico			
8	Revisión del estado físico de <i>sprocket</i> .			Mecánico			
9	Revisión general de motores eléctricos.			Electricista			
<p><b><u>IMPORTANTE:</u></b> revisar el formato del turno anterior</p> <p>_____</p> <p>Nombre y firma, Hora: _____</p> <p>_____</p> <p>Firma supervisor, Hora: _____</p>							

- **Limpieza**

La limpieza constituye la actividad más sencilla y eficaz para reducir desgastes, deterioros y roturas. Mantener las máquinas y equipos limpios facilita su operación y reduce la contaminación. Las máquinas limpias son más fáciles de mantener operan mejor y reducen la contaminación.

Los trabajos de limpieza deben realizarse cuando el equipo este detenido, para evitar cualquier tipo de lesión o accidente. Debe asegurarse de que la corriente eléctrica de los mismos este desconectada. Para mayor detalle dirigirse al apartado de Instructivo de limpieza de maquinaria y equipo para alimentador de envases.

- Instructivo de limpieza de maquinaria y equipo para alimentador de envases

- 1) Limpieza general de ordenador

**IMPORTANTE: REALIZAR ESTA ACTIVIDAD CON LA MÁQUINA DETENIDA**

Limpiar general del área de trabajo y la superficie de la unidad completa, utilizar una escoba pequeña para retirar polvo y otros objetos ajenos al área de producción.

**Figura 1.** Piso sucio del área



## 2) Limpieza alimentador

### **IMPORTANTE: REALIZAR ESTA ACTIVIDAD CON LA MÁQUINA DETENIDA**

Limpiar con un trapo húmedo las paredes interiores del equipo y el elevador de envases.

**Figura 2.** Limpiar manchas de agua y suciedad del interior del ordenador.



## 3) Limpieza sistema de fajas

### **IMPORTANTE: REALIZAR ESTA ACTIVIDAD CON LA MÁQUINA DETENIDA**

Limpiar el polvo y grasa acumulada dentro del sistema. También retirar todos los envases que se encuentren atascados entre las fajas y dentro del equipo.

**Figura 3.** Retirar envases atascados dentro del ordenador.

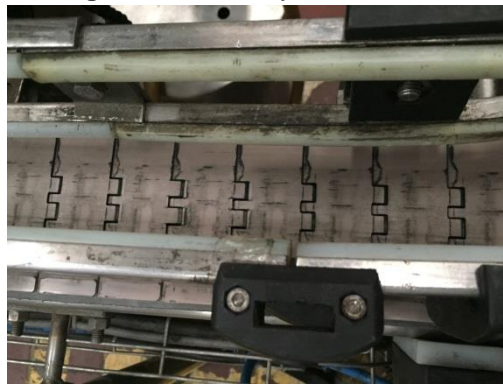


#### 4) Limpieza general transportador

### **IMPORTANTE: REALIZAR ESTA ACTIVIDAD CON LA MÁQUINA DETENIDA**

Limpiar la superficie de la unidad completa, utilizando una esponja y agua para limpiar grasa, polvo, manchas de salsa de las tablillas y las guías del transportador.

**Figura 4.** Guías y tablillas sucias.



○ **Formato para registro de limpieza**

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN			
MANUAL DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL			
LÍNEA DE SEMISÓLIDOS			FECHA: _____
Título:	Área:	Código:	
Limpieza de maquinaria y equipo	<b>Alimentación de envases</b>	TPM-L001	
<b>Frecuencia</b>	Semanal		
<b>Utensilios y productos para el mantenimiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esponja</li> <li>• Escoba</li> <li>• Trapo suave</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agua</li> <li>• Solvente</li> <li>• Aceite</li> </ul>	
ITEM	DESCRIPCIÓN	SI	NO
<b>Limpieza ordenador de envases</b>			
1	Limpieza general: limpiar la superficie de la unidad completa, utilizar una escoba pequeña para retirar polvo u otras partículas de suciedad.		
2	Limpieza alimentador: limpiar con un trapo las paredes interiores del equipo y el elevador de envases.		
3	Limpieza sistema fajas: limpiar el polvo y grasa acumulada dentro del sistema. También retirar todos los envases que se encuentren atascados.		
<b>Limpieza transportador</b>			
1	Limpieza general: limpiar la superficie de la unidad completa, utilizando una esponja y agua limpiar las tablillas, y las guías del transportador.		
OBSERVACIONES			
_____		_____	
Nombre y firma, hora:		Firma supervisor, hora	

- **Lubricación**

La lubricación es la acción de reducir el rozamiento y sus efectos en superficies adyacentes con movimientos que puedan ocasionar algún tipo de maquinado (debido al contacto entre una pieza y la otra), al interponer entre las superficies una sustancia lubricante.

Un lubricante es toda sustancia que, al ser introducida entre dos partes móviles, reduce la fricción y desgaste, disipa el calor y dispersa contaminantes.

Por medio de trabajos de lubricación semanales, el operador se encargará de lubricar los equipos según lo indique el *check-list* de lubricación. Para mayor detalle dirigirse al apartado de Instructivo de lubricación de maquinaria y equipo para alimentador de envases.

- Instructivo de lubricación de maquinaria y equipo para alimentador de envases.
- Equipo de lubricación

**Figura 1.** Pistola engrasadora



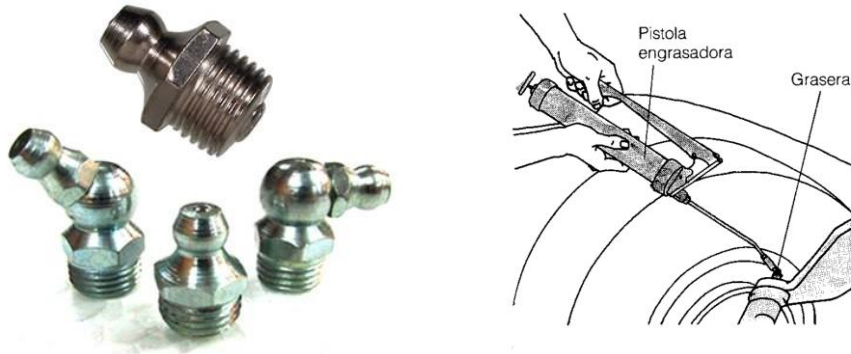
**Figura 2.** Lubricante en spray



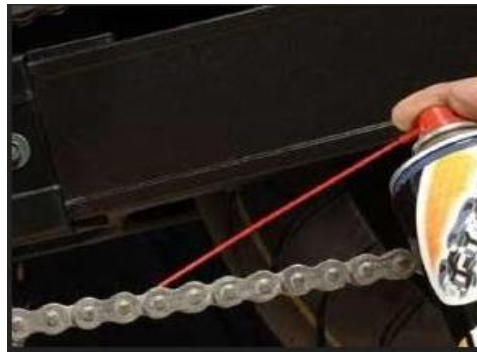
- Método de aplicación
- Grasea: aplicar en la grasea la cantidad de lubricante indicada con pistola engrasadora



**Figura 3. Graseras**



**Figura 4. Aplicación en spray**



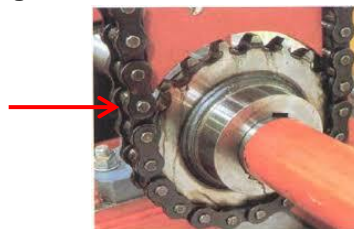
- Puntos por lubricar

**IMPORTANTE: FLECHA ROJA INDICA PUNTO DE APLICACIÓN DE LUBRICANTE**

**Figura 5. Lubricación de chumaceras**



**Figura 6. Lubricación de cadenas.**



○ **Formato para registro de lubricación**

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN										
MANUAL DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL										
LÍNEA DE SEMISÓLIDOS					FECHA: _____					
Título:		Área:		Código:						
Lubricación de maquinaria y equipo		<b>Alimentación de envases</b>		TPM-LB001						
Códigos de método de aplicación		RN = Revisar nivel GRAS = Grasea		AM = Aceitar a mano EM = Engrasa a mano						
Punto a lubricar	Tipo lubricante	Frecuencia	Cantidad	Método de aplicación	Chequeo					
					L	M	X	J	V	
Chumaceras ordenador	Castrol Obeen UF	Semanal	2 bombazos	GRAS						
Cadena ordenador	Viscogen Spray	Semanal	1/16onz	AM						
Chumacera de transportador #1	Castrol Obeen UF	Semanal	2 bombazos	GRAS						
Cadena transportador #1	Viscogen Spray	Semanal	1/16onz	AM						
Chumacera de transportador #2	Castrol Obeen UF	Semanal	2 bombazos	GRAS						
Cadena transportador #2	Viscogen Spray	Semanal	1/16onz	AM						
OBSERVACIONES										
_____					_____					
Nombre y firma, hora:					Firma supervisor, Hora:					

## **MANUAL DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA LLENADORA Y TAPONADORA EN LÍNEA DE SEMISÓLIDOS**

### **Introducción**

El presente procedimiento detalla todas las actividades de inspección, limpieza y lubricación que deben de llevarse a cabo en los distintos equipos y maquinaria de trabajo de la línea de semisólidos.

### **Objetivo**

Prever accidentes, atrasos de producción y mantener los equipos de trabajo en óptimas condiciones por medio de actividades inspección, limpieza y lubricación.

### **Alcance**

El presente procedimiento se aplica al equipo y maquinaria instalada en la línea de semisólidos.

### **Desarrollo**

- **Inspección**

Se realizan para verificar el funcionamiento seguro, eficiente y económico de la maquinaria y equipo.

Por medio de inspecciones visuales, manuales y auditivas, realizar paso a paso cada tarea que se detalla en el check-list de inspección. Las inspecciones deben realizarse mientras los equipos están detenidos, antes de iniciar producción y luego del paro de producción. Para ampliar los detalles, dirigirse al apartado Instructivo de inspección de maquinaria y equipo para llenadora y taponadora.

- Instructivo de inspección de maquinaria y equipo para llenadora y taponadora

1) Revisar limpieza del área

El área de trabajo, que comprende del ordenador de envases hasta el primer transportado de tablilla, debe mantenerse limpia y ordenada.

El operador debe asegurar que el área esté libre de botellas tiradas, restos de madera de las tarimas, pedazos de cartón de las cajas y que los equipos, como el ordenador y los transportadores, estén limpios.

**Figura 1.** Piso sucio



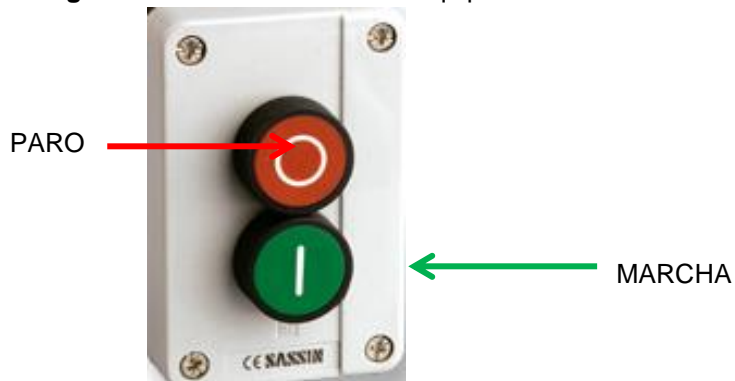
**Figura 2.** Transportador limpio



2) Revisar funcionamiento de ordenador de envases

Asegurar que el ordenador y los transportadores funcionen correctamente, presionando el botón de *Marcha* para activar el equipo y el botón *Paro* para detenerlo.

**Figura 3.** Funcionamiento de equipos



3) Revisar que no existan fugas de aire en el lugar.

Inspeccionar las conexiones de aire de los equipos en busca de fugas de aire. Primero, inspeccionar con la mano, las conexiones y mangueras por donde circulan corrientes de aire.

**Figura 4.** Conexiones y mangueras de aire



4) Revisión general de transportadores

Inspeccionar las condiciones de las guías y tablillas del transportador, asegurando que estén en buenas condiciones y no se encuentren quebradas.

**Figura 5.** Tablillas en buen estado



**Figura 6.** Guías en buen estado



### 5) Revisar válvulas de llenadora

Asegurar que las válvulas de la llenadora estén alineadas e ingresen correctamente en el envase.

Primero, inspeccionar visualmente cada una de las válvulas. Luego, hacer pruebas con envases. Si la válvula dobla el envase significa que está torcida y topa con la boca del envase, como se muestra en la siguiente figura:

**Figura 7.** Válvula y envase alineados



**Figura 8.** Válvula y envase desalineados

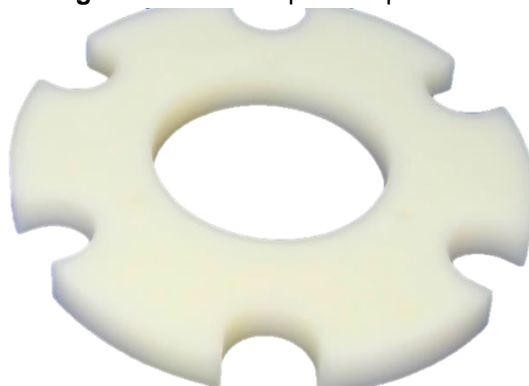


### 6) Revisar tiempo de las estrellas

Asegurar que la estrella de entrada y salida giren a la misma velocidad y ritmo.

Hacer pruebas con envases. Si el envase no ingresa correctamente y se atasca en la estrella de salida, significa que el tiempo es incorrecto.

**Figura 9.** Estrella plástica para llenadora



Desmontar la estrella, luego volver a montar y asegurar. Realizar nuevamente prueba con envases hasta que el tiempo sea el correcto.

7) Revisar mecanismo de tornillo sin fin

**IMPORTANTE: REALIZAR ESTA ACTIVIDAD CON LA MÁQUINA DETENIDA**

Asegurar que el tornillo sin fin esté bien colocado en el transportador. Revisar que las tuercas que lo sujetan este bien apretadas.



Revisar cadena y *sprocket* de tornillo sin fin. Para ello, siga las instrucciones que a continuación se le presentan:

**IMPORTANTE: REALIZAR ESTA ACTIVIDAD CON LA MÁQUINA DETENIDA**

- Revisar que la tensión en las cadenas de tracción sea correcta. Si la cadena de tracción cae entre el 2%-4% de la distancia entre los ejes de los *sprocket*, significa que la tensión en la cadena es inadecuada.

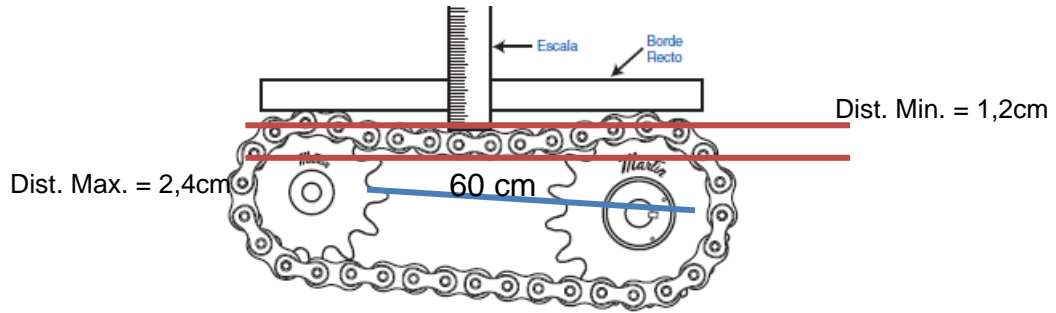
**Ejemplo**

Distancia entre ejes = 60 cm

Distancia mínima de hundimiento =  $60\text{cm} \times 2\% = 1,2\text{cm}$

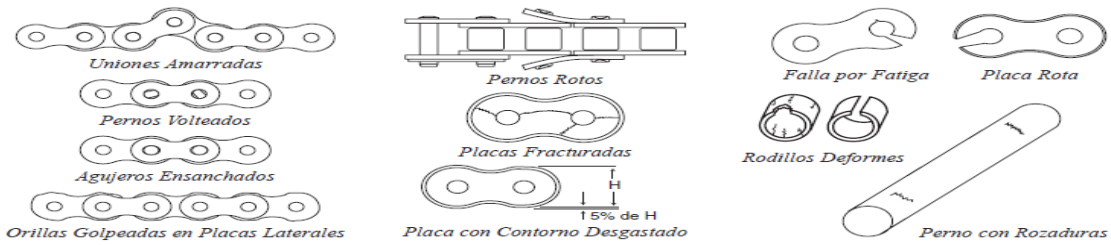
Distancia máxima de hundimiento =  $60\text{cm} \times 4\% = 2,4\text{cm}$

**Figura 11.** Inspección tensión de cadena



- Revisar que los pernos de la cadena no estén gastados, dañados o rotos.

**Figura 12.** Fallas en cadenas



- Revisar que el *sprocket* no esté dañado, desgastado o roto.

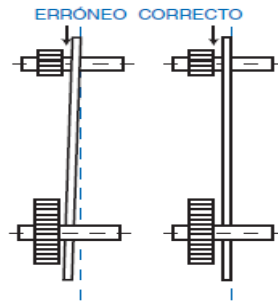
**Figura 13.** Fallas en Sprocket





- Revisar que el *sprocket* y la cadena estén correctamente alineados.

**Figura 14.** Alineación de cadena y *sprocket*



8) Revisar funcionamiento de llenadora

Accionar la máquina llenadora en el panel de control para asegurar que funcione correctamente. (Ver figura no. 3)

9) Revisar funcionamiento de taponadora

Accionar la máquina taponadora en el panel de control para asegurar que funcione correctamente. (Ver figura no. 3)

10) Revisar funcionamiento de elevador de tapas

Accionar el elevador de tapas en el panel de control para asegurar que este funcione correctamente. (Ver figura no. 3)

11) Revisión general de motores eléctricos

Inspección, por medio del oído y tacto, de los motores eléctricos en busca de ruidos extraños y vibraciones que pueden significar que algún elemento interno este roto, mal alineado o partes flojas.

○ **Formato para registro de inspección**

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN							
MANUAL DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL							
LÍNEA DE SEMISÓLIDOS							
						FECHA: _____	
Título:		Área				Código:	
Inspección de maquinaria y equipo		<b>Llenadora/taponadora</b>				TPM-I002	
Arranque de producción: <input type="checkbox"/>				Paro de producción: <input type="checkbox"/>			
Ítem	Descripción	Cumple		Informar a:	Corrección		Observaciones
		SI	NO		SI	NO	
1	Revisar limpieza en el área			Supervisor			
2	Revisar que no existan fugas de aire en el lugar			Mecánico			
3	Revisión general de transportador			Mecánico			
4	Revisar estado físico de chumaceras			Mecánico			
5	Revisar válvulas de llenadora			Mecánico			
6	Revisar tiempo de estrellas.			Mecánico			
7	Revisar mecanismo de tornillo sin fin			Mecánico			
8	Revisar funcionamiento de llenadora			Mecánico			
9	Revisar funcionamiento de taponadora			Mecánico			
10	Revisar funcionamiento de elevador de tapa			Electricista			
11	Revisión general de motores eléctricos			Electricista			
<b>IMPORTANTE:</b> Revisar formato de turno anterior.							
_____				_____			
Nombre y firma, hora:				Firma supervisor, hora:			

- **Limpieza**

La limpieza constituye la actividad más sencilla y eficaz para reducir desgastes, deterioros y roturas. Mantener las máquinas y equipos limpios facilita su operación y reduce la contaminación. Las máquinas limpias son más fáciles de mantener, operan mejor y reducen la contaminación.

Los trabajos de limpieza deben realizarse cuando el equipo esté detenido, para evitar cualquier tipo de lesión o accidente. La corriente eléctrica de los mismos debe estar desconectada. Para ampliar detalles dirigirse al apartado de 4.2.1 Instructivo de limpieza de maquinaria y equipo para llenadora y taponadora.

- Instructivo de limpieza de maquinaria y equipo para llenadora y taponadora

- 1) Limpieza general llenadora

**IMPORTANTE: REALIZAR ESTA ACTIVIDAD CON LA MÁQUINA DETENIDA**

Lavar con abundante agua y detergente el exterior e interior de la máquina llenadora.

Asegurarse de eliminar manchas de salsa en el equipo y retirar envases atascados dentro del mecanismo de la llenadora.

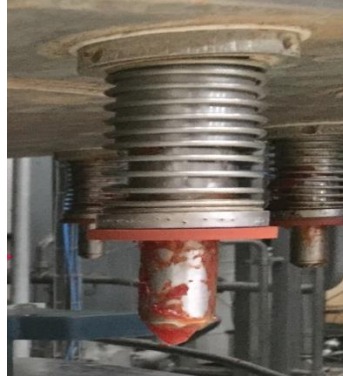
Limpiar el piso del área de trabajo, retirar botellas y otros objetos ajenos al área de trabajo.

- 2) Limpieza de válvulas de llenado

**IMPORTANTE: REALIZAR ESTA ACTIVIDAD CON LA MÁQUINA DETENIDA**

Desmontar de la olla las válvulas de llenado. Lavar con agua y detergente para retirar todos los residuos de producto que ha acumulado durante el llenado.

**Figura 1.** Limpiar residuos de salsa



3) Limpieza de tornillo sin fin y estrellas de llenadora

**IMPORTANTE: REALIZAR ESTA ACTIVIDAD CON LA MÁQUINA DETENIDA**

Desmontar del transportador tornillo sin fin y las estrellas. Para lavarlos se utiliza una esponja o cepillo y detergente. En este caso, deben seguirse las instrucciones que a continuación se presentan:

- i. Desmontar la guía central de las estrellas de entrada para lo cual es necesario retirar las tuercas que le sujetan al transportador y, para desmontar las estrellas, se deben retirar las tuercas con roldana, indicadas en la figura.
- ii. Luego de retirar la guía central, se retiran la tuerca con rondana que sujetan el tornillo, como se muestra en la siguiente figura.
- iii. Luego de retirar el tornillo y las estrellas, lávelos con abundante agua, cepillo y desinfectante.
- iv. Limpieza general taponadora

**IMPORTANTE: REALIZAR ESTA ACTIVIDAD CON LA MÁQUINA DETENIDA**

Lavar con abundante agua y detergente, el exterior e interior de la máquina taponadora.

**Figura 2.** Limpiar exterior e interior de taponadora



Asegurarse de limpiar manchas de agua y salsa de las paredes internas y externas de las máquinas. Además, retirar tapas o restos de tapas del interior del equipo.

4) Limpieza de tornillo sin fin y estrellas de taponadora

**IMPORTANTE: REALIZAR ESTA ACTIVIDAD CON LA MÁQUINA DETENIDA**

Desmontar del transportador el tornillo sin fin y estrellas para lavarlos utilizando una esponja o cepillo y detergente. Para ello, se siguen las instrucciones que a continuación se le presentan:

5) Limpieza general transportador

Limpiar la superficie de la unidad completa, utilizando una esponja y agua limpiar grasa, polvo, manchas de salsa de las tablillas y las guías del transportador.

**Figura 3.** Limpiar suciedad de guías y tablillas



○ **Formato para registro de limpieza**

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN			
MANUAL DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL			
LÍNEA DE SEMISÓLIDOS			FECHA: _____
Título:		Área:	Código:
Limpieza de maquinaria y equipo		<b>Llenadora/taponadora</b>	TPM-L002
<b>Frecuencia</b>		Diariamente o después de finalizar la producción.	
<b>Utensilios y productos para el mantenimiento</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agua</li> <li>• Esponja</li> <li>• Trapo suave</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Detergente</li> <li>• Soda caustica</li> <li>• Cepillos</li> </ul>
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>		<b>SI</b>
<b>Limpieza en llenado</b>			
1	Limpieza general: lavar con abundante agua y detergente, el exterior e interior del equipo de llenado. Es importante cubrir los sensores y <i>touch panel</i> con plástico para no mojarlos.		
2	Limpieza válvulas de llenado: desmontar de la olla las válvulas de llenado. Lavar con agua y detergente para retirar todos los residuos de producto acumulado durante el llenado.		
3	Limpieza de tornillo sin fin y estrellas: desmontar del transportador el tornillo sin fin y las estrellas para lavarlos utilizando una esponja o cepillo y detergente.		
<b>Limpieza en sellado</b>			
1	Limpieza general. Lavar, con abundante agua y detergente, el exterior e interior de equipo de sellado. Importante cubrir los sensores y <i>touch panel</i> con plástico para no mojarlos.		
2	Limpieza de tornillo sin fin y estrellas: desmontar del transportador el tornillo sin fin y estrellas para lavarlos utilizando una esponja o cepillo y detergente.		
<b>Limpieza transportador</b>			
1	Limpieza general. Limpiar la superficie de la unidad completa, utilizando una esponja y agua limpiar las tablillas y las guías del transportador.		
OBSERVACIONES			
_____		_____	
Nombre y firma, hora:		Firma supervisor, hora:	

- **Lubricación**

La lubricación es la acción de reducir el rozamiento y sus efectos en superficies adyacentes con movimientos que puedan ocasionar algún tipo de maquinado (debido al contacto entre una pieza y la otra), al interponer entre las superficies una sustancia lubricante.

Un lubricante es toda sustancia que, al ser introducida entre dos partes móviles, reduce la fricción y desgaste, disipa el calor y dispersa contaminantes.

Por medio de trabajos de lubricación semanales, el operador se encargará de lubricar los equipos, según lo indique el *check-list* de lubricación. Para ampliar detalles se debe consultar el apartado de Instructivo de lubricación de maquinaria y equipo para llenadora y taponadora.

- Instructivo de lubricación de maquinaria y equipo para alimentador de envases

- Equipo de lubricación

**Figura 1.** Pistola engrasadora



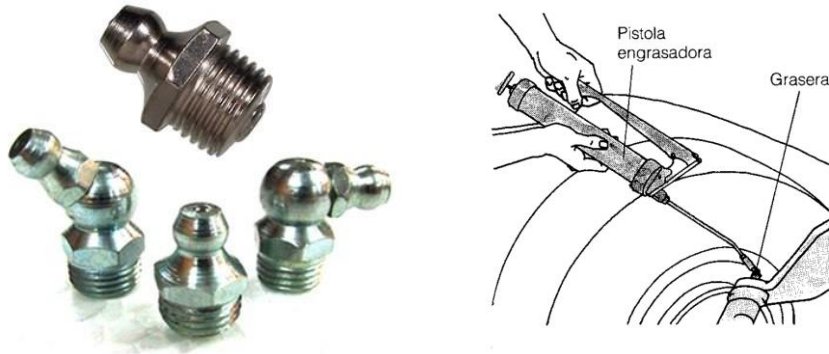
**Figura 2.** Lubricante en espray



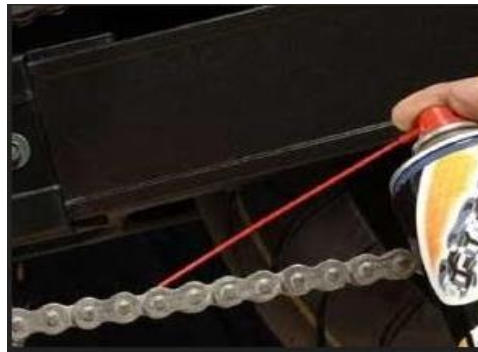
- Método de aplicación

- Grasea: aplicar en la grasea, con pistola engrasadora, la cantidad de lubricante indicada.

**Figura 3. Graseras**



**Figura 4. Aplicación en espray**



- Puntos por lubricar

**IMPORTANTE: FLECHA ROJA INDICA PUNTO DE APLICACIÓN DE LUBRICANTE**

**Figura 5. Lubricación de chumaceras**



**Figura 6. Lubricación de cadenas**





○ **Formato para registro de lubricación**

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN									
MANUAL DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL									
LÍNEA DE SEMISÓLIDOS				FECHA: _____					
Título:		Área:		Código:					
Lubricación de maquinaria y equipo		<b>Llenadora/taponadora</b>		TPM-LB002					
Códigos de método de aplicación		RN = Revisar nivel GRAS = Grasea		AM = Aceitar a mano EM = Engrasa a mano					
Punto por lubricar	Tipo lubricante	Frecuencia	Cantidad	Método de aplicación	Chequeo				
					L	M	X	J	V
Chumacera de transportador #3	Castrol Obeen UF	Semanal	2 bombazos	GRAS					
Cadena de transportador #3	Viscogen Spray	Semanal	1/16onz	AM					
Ejes de estrellas	Tribol 823-2	Semanal	4 bombazos	GRAS					
Sube y baja de botellas	Molub 860/220	Semanal	Engrasar a mano	EM					
Tornillo sin fin	Castrol Obeen UF	Semanal	2 bombazos	AM					
Cadena de tornillo sin fin	Viscogen Spray	Semanal	1/16onz	AM					
Chumacera elevador de tapas	Castrol Obeen UF	Semanal	2 bombazos	GRAS					
OBSERVACIONES									
_____					_____				
Nombre y firma, Nombre:					Firma supervisor, hora:				

# MANUAL DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA ENGOLLETADOR Y EMPACADORA EN LÍNEA DE SEMISÓLIDOS

## Introducción

Este procedimiento detalla las actividades de inspección, limpieza y lubricación que deben de llevarse a cabo en los equipos y maquinaria de trabajo de la línea de semisólidos.

## Objetivo

Prever accidentes, atrasos de producción y mantener los equipos de trabajo en óptimas condiciones por medio de actividades inspección, limpieza y lubricación.

## Alcance

El presente procedimiento se aplica al equipo y maquinaria instalados en la línea de semisólidos.

## Desarrollo

- **Inspección**

Se realizan para verificar el funcionamiento seguro, eficiente y económico de la maquinaria y equipo.

Por medio de inspecciones visuales, manuales y auditivas, realizar paso a paso, cada tarea que se detalla en el *check-list* de inspección. Las inspecciones deben realizarse mientras los equipos están detenidos, antes de iniciar la producción y luego del paro de producción. Para ampliar detalles se debe consultar el apartado Instructivo de inspección de maquinaria y equipo para engolletador y empacadora.

- Instructivo de inspección de maquinaria y equipo para engolletador y empacadora

### 1) Revisar limpieza del área

El área de trabajo, que abarca desde el ordenador de envases hasta el primer transportado de tablilla, debe mantenerse limpia y ordenada.

El operador debe asegurarse de que el área esté libre de botellas tiradas, restos de madera de las tarimas, pedazos de cartón de las cajas, y que los equipos como el ordenador y los transportadores estén limpios.

**Figura 1.** Piso sucio



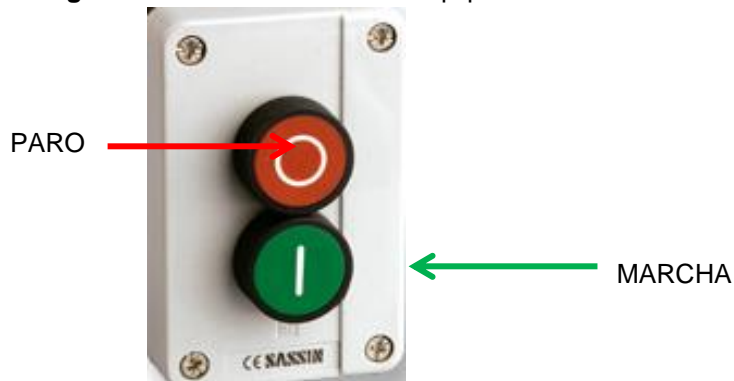
**Figura 2.** Transportador limpio



### 2) Revisar funcionamiento de ordenador de envases

Asegurar que el ordenador y los transportadores funcionen correctamente, presionando el botón de *Marcha* para activar el equipo y el botón *Paro* para detenerlo.

**Figura 3.** Funcionamiento de equipos



3) Revisar que no existan fugas de aire en el lugar

Inspeccionar las conexiones de aire de los equipos en busca de fugas de aire. Primero, inspeccionar con la mano las conexiones y mangueras por donde pasan corrientes de aire.

**Figura 4.** Conexiones y mangueras de aire



4) Revisión general de transportadores

Inspeccionar las condiciones de las guías y tablillas del transportador, asegurando que estén en buenas condiciones y no se encuentren quebradas.

**Figura 5.** Tablillas en buen estado



**Figura 6.** Guías en buen estado



5) Revisar estado físico de chumaceras

Revisar las condiciones de las chumaceras por medio del oído y del tacto.

- Oído: si la chumacera se encuentra en un buen estado emite un suave

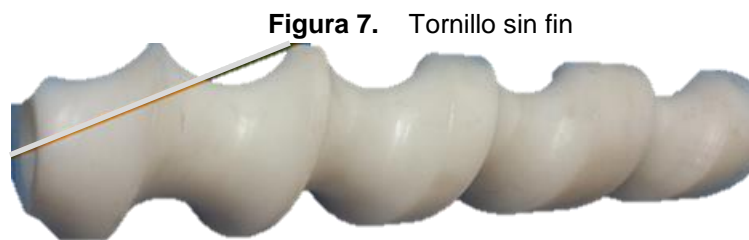
sonido durante su funcionamiento. Si hace ruidos metálicos fuertes y extraños, significa que el rodamiento está dañado debido a lubricación inadecuada, contacto entre superficies o que el rodamiento está roto.

- Tacto: si la temperatura de la chumacera es muy alta, puede significar falta de lubricación o exceso de lubricante.

6) Revisar tornillo sin fin

### **IMPORTANTE: REALIZAR ESTA ACTIVIDAD CON LA MÁQUINA DETENIDA**

Asegurar que el tornillo sin fin esté bien colocado en el transportador. Revisar que las tuercas estén bien apretadas.



- Revisar cadena y *sprocket* de tornillo sin fin. Para lo cual se siguen las instrucciones que a continuación se presentan:
- Revisar que la tensión en las cadenas de tracción sea correcta. Si la cadena de tracción cae entre el 2%-4% de la distancia entre los ejes de los *sprocket* significa que la tensión en la cadena es inadecuada.

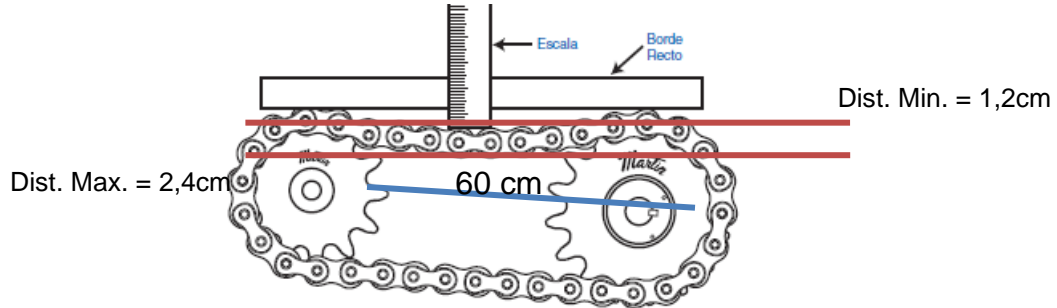
#### **Ejemplo**

Distancia entre ejes = 60 cm

Distancia mínima de hundimiento =  $60\text{cm} \cdot 2\% = 1,2\text{cm}$

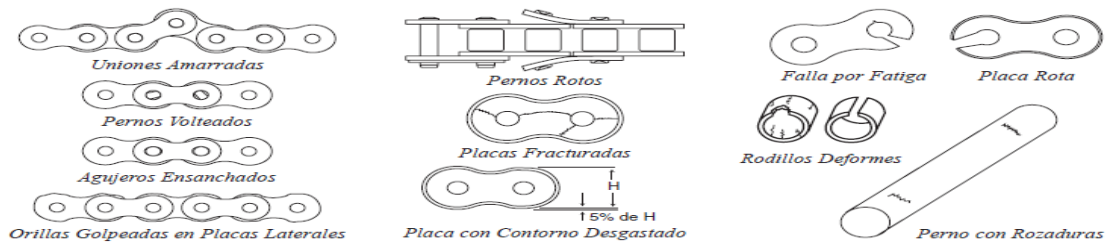
Distancia máxima de hundimiento =  $60\text{cm} \cdot 4\% = 2,4\text{cm}$

**Figura 8.** Inspección tensión de cadena



- Revisar que los pernos de la cadena no estén gastados, dañados o rotos.

**Figura 9.** Fallas en cadenas



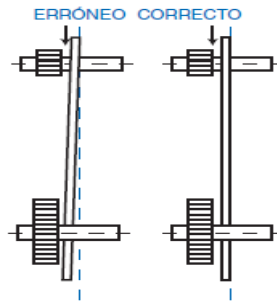
- Revisar que el *sprocket* no esté dañado, desgastado o roto.

**Figura 10.** Fallas en *sprockets*



- Revisar que el *sprocket* y la cadena estén correctamente alineados.

**Figura 11.** Alineación de cadena y *sprocket*



7) Revisar funcionamiento de engolletador

Accionar el engolletador en el panel de control para asegurar que este funcione correctamente. (Ver figura no.3)

8) Revisar funcionamiento del horno

Accionar el horno en el panel de control para asegurar funcione correctamente. (Ver figura no.3)

9) Revisar funcionamiento de codificador de envase

Asegurar que el codificador de envases funcione, hacer pruebas en botellas. (Ver figura no.3)

10) Revisión general de motores eléctricos

Inspección, por medio del oído y el tacto, de los motores eléctricos en busca de ruidos extraños y vibraciones que pueden significar que algún elemento interno esté roto, mal alineado o tenga partes flojas.

○ **Formato para registro de inspección**

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN							
MANUAL DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL							
LÍNEA DE SEMISÓLIDOS				FECHA: _____			
Título:		Área			Código:		
Inspección de maquinaria y equipo		<b>Engolletador/empacadora</b>			TPM-I003		
Arranque de producción: <input type="checkbox"/>			Paro de producción: <input type="checkbox"/>				
Ítem	Descripción	Cumple		Informar a:	Corrección		Observaciones
		SI	NO		SI	NO	
1	Revisar limpieza en el área.			Supervisor			
2	Revisar que no existan fugas de aire en el lugar.			Mecánico			
3	Revisión general de transportadores.			Mecánico			
4	Revisar estado físico de chumaceras.			Mecánico			
5	Revisar mecanismo de tornillo sin fin.			Mecánico			
6	Revisar funcionamiento de engolletador.			Mecánico			
7	Revisar funcionamiento de horno.			Electricista			
8	Verificar funcionamiento boquillas de impresión.			Electricista			
9	Revisión general de motores eléctricos.			Electricista			
<b><u>IMPORTANTE:</u></b> Revisar formato de turno anterior.							
_____				_____			
Nombre y firma, hora:				Firma supervisor, hora:			



- **Limpieza**

Es la actividad más sencilla y eficaz para reducir desgastes, deterioros y roturas. Mantener las máquinas y equipos limpios facilita su operación y reduce la contaminación. Las máquinas limpias son más fáciles de mantener, operan mejor y reducen la contaminación.

Los trabajos de limpieza deben realizarse cuando el equipo esté detenido, para evitar cualquier tipo de lesión o accidente. Se debe estar seguro de que la corriente eléctrica de los mismos esté desconectada. Para ampliar detalles se debe consultar el apartado de 4.2.1 Instructivo de limpieza de maquinaria y equipo para engolletador y empacadora.

- Instructivo de limpieza de maquinaria y equipo para llenadora y taponadora

- 1) Limpieza general transportador

**IMPORTANTE: REALIZAR ESTA ACTIVIDAD CON LA MÁQUINA DETENIDA**

Limpiar la superficie de la unidad completa, utilizando una esponja y agua limpiar grasa, polvo, manchas de salsa de las tablillas y las guías del transportador.

**Figura 1.** Guías y tablillas sucias



- 2) Limpieza codificador

**IMPORTANTE: REALIZAR ESTA ACTIVIDAD CON LA MÁQUINA DETENIDA**

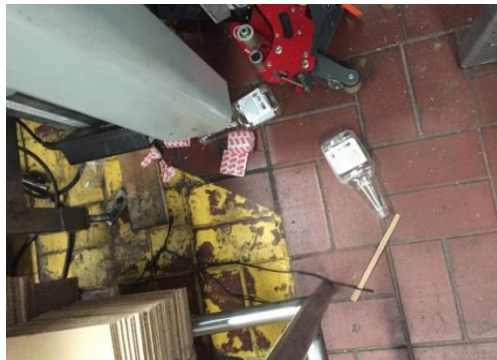
Limpiar con tiner el depósito de tinta y la boquilla de impresión.

3) Limpieza general empacadora

**IMPORTANTE: REALIZAR ESTA ACTIVIDAD CON LA MÁQUINA DETENIDA**

Realizar la limpieza general del área de trabajo y la superficie de la unidad completa, utilizar una escoba pequeña para retirar polvo y otros objetos ajenos al área de producción.

**Figura 2.** Pisos del área sucios



○ **Formato para registro de limpieza**

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN			
MANUAL DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL			
LÍNEA DE SEMISÓLIDOS			FECHA: _____
Título:	Área:	Código:	
Limpieza de maquinaria y equipo	<b>Engolletador/empacadora</b>	TPM-L003	
<b>Frecuencia</b>	Diariamente o después de terminar producción.		
<b>Utensilios y productos para el mantenimiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esponja</li> <li>• Escoba</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trapo suave</li> <li>• Agua</li> </ul>	
ITEM	DESCRIPCIÓN	SI	NO
<b>Limpieza transportador</b>			
1	Limpieza general. Limpiar la superficie de la unidad completa, utilizando una esponja y agua limpiar las tabillas y las guías del transportador.		
2	Limpieza codificador. Limpiar el depósito de tinta y la boquilla de impresión.		
<b>Limpieza empackado</b>			
1	Limpieza general. Limpiar la superficie del equipo con una escobilla para retirar polvo y suciedad acumulada.		
OBSERVACIONES			
_____		_____	
Nombre y firma, hora:		Firma supervisor, hora:	

- **Lubricación**

La lubricación es la acción de reducir el rozamiento y sus efectos en superficies adyacentes con movimientos que puedan ocasionar algún tipo de maquinado (debido al contacto entre una pieza y la otra), al interponer entre las superficies una sustancia lubricante.

Un lubricante es toda sustancia que, al ser introducida entre dos partes móviles, reduce la fricción y desgaste, disipa el calor y dispersa contaminantes.

Por medio de trabajos de lubricación semanales, el operador se encargará de lubricar los equipos según lo indique el *check-list* de lubricación. Para ampliar la información se debe consultar el apartado del Instructivo de lubricación de maquinaria y equipo para engolletador y empacadora.

- Instructivo de lubricación de maquinaria y equipo para alimentador de envases.
- Equipo de lubricación

**Figura 7.** Pistola engrasadora

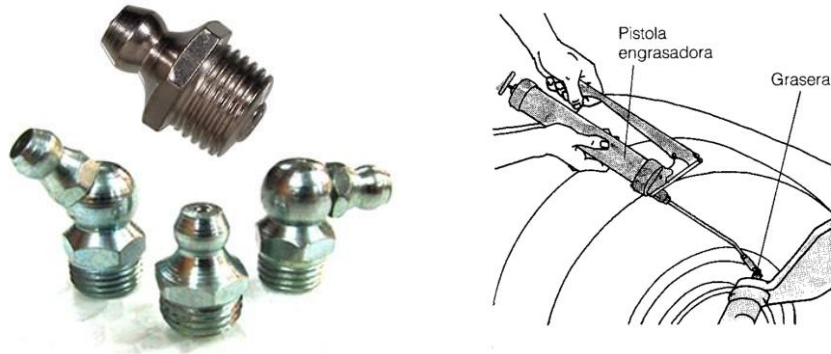


**Figura 8.** Lubricante en espray

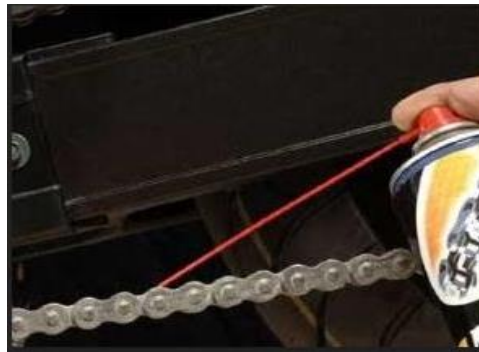


- Método de aplicación
- Grasea: aplicar en la grasea, con pistola engrasadora, la cantidad de lubricante indicada.

**Figura 9. Graseras**



**Figura 10. Aplicación en spray**



- Puntos por lubricar

**IMPORTANTE: FLECHA ROJA INDICA PUNTO DE APLICACIÓN DE LUBRICANTE**

**Figura 11. Lubricación de chumaceras**



**Figura 12. Lubricación de cadenas**



○ **Formato para registro de lubricación**

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN									
MANUAL DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL									
LÍNEA DE SEMISÓLIDOS					FECHA: _____				
Título:			Área:			Código:			
Lubricación de maquinaria y equipo			<b>Engolletador/empacadora</b>			TPM-LB003			
Códigos de método de aplicación			RN = Revisar nivel GRAS = Grasea			AM = Aceitar a mano EM = Engrasa a mano			
Punto a lubricar	Tipo lubricante	Frecuencia	Cantidad	Método de aplicación	Chequeo				
					L	M	X	J	V
Chumacera de transportador #4 y #5	Castrol Obeen UF	Semanal	2 bombazos	GRAS					
Cadena transportador #4 y #5	Viscogen Spray	Semanal	1/16onz	AM					
Chumaceras engolletador	Castrol Obeen UF	Semanal	2 bombazos	GRAS					
Tornillo sin fin	Castrol Obeen UF	Semanal	1 bombazos	AM					
Cadena torillo sin fin	Viscogen Spray	Semanal	1/16onz	AM					
Chumacera transportador #6	Castrol Obeen UF	Semanal	3 bombazo	GRAS					
Cadena transportador #6	Viscogen Spray	Semanal	1/16onz	AM					
OBSERVACIONES									
_____					_____				
Nombre y firma, hora:					Firma supervisor, hora:				

## 4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

Como se estableció y definió previamente, el TPM tiene como objetivo involucrar al operador en las tareas de mantenimiento y en el monitoreo de las condiciones de los equipos; para esto, se debe iniciar con la conformación de grupos de trabajo y su capacitación de grupos para que puedan trabajar en equipo. Luego de establecido el grupo de trabajo, se inicia la búsqueda de mejoras que puedan desarrollar los operadores, como podrían ser aprietes y ajustes menores de las partes de los equipos. Esta fase es importante ya que en ella el grupo de trabajo desarrolla buenos métodos de trabajo en equipo. Por último, con base en lo anterior, se debe preparar al personal para que efectúen las actividades de limpieza, lubricación e inspección de los equipos, lo que sirve como instrucción para el mantenimiento preventivo.

Con el nivel de conocimientos obtenido por medio de simples rutinas de limpieza, lubricación e inspección, se procede a introducirlo en el desarrollo de tareas de mantenimiento, para lo cual se capacitó en tareas específicas, *check-list* de evaluación y rutinas de mantenimiento periódicas.

## **4.1 Plan de implementación de mantenimiento productivo total**

La implementación del programa de TPM está desarrollada por medio de un plan maestro en el cual se dividen las etapas de implementación y se estructura el desarrollo del TPM con base en tres metas principales, las cuales son:

- Mantenimiento autónomo
- Mejoramiento del mantenimiento preventivo
- Reducción de fallas y averías

Además del plan maestro, también se establece un plan piloto el cual tiene como fin preparar el área y al personal con el cual se desarrollará el programa de TPM.

### **4.1.1 Plan maestro de implementación**

Junto con esto se creó un sistema planificado de mantenimiento, con el cual se busca sistematizar el registro de los trabajos de mantenimiento y crear una infraestructura adecuada para el mantenimiento preventivo.

A continuación, se presenta el plan maestro de implementación sugerido para la línea de producción de semisólidos.



Figura 20. Plan Maestro de TPM

Plan maestro de implementación de TPM													
Línea de salsa		Año 1				Año 2				Año 3			
		Trimestre				Trimestre				Trimestre			
Introducción	Actividades de instalación	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
			Política básica										
	Metas TPM												
Desarrollo de mantenimiento autónomo	Actividades de mejoramiento												
	Selección de grupos												
	Implementar mejoras												
	Limpieza												
Mejorar efectividad de funciones de mantenimiento	Mantenimiento autónomo												
	Lubricación												
	Inspección de equipos												
	Capacitación en mantenimiento												
Preparación de sistema de planificación de mantenimiento	Listas de chequeo												
	Soporte técnico												
	Efectividad en procedimientos de mantenimiento												
	Sistematizar registros de mantenimiento												

Fuente: elaboración propia.

#### **4.1.2 Plan piloto de implementación**

Con base en el plan maestro de implementación, se desarrolló también un plan piloto de implementación, el cual está planificado para desarrollarse durante 1 año, y se detalla las actividades sugeridas por el plan maestro.

En este plan se detalla la formación de los grupos de trabajo, la preparación del personal para realizar el mantenimiento autónomo y, por último, la preparación del personal para ejecutar tarea de mantenimiento preventivo. A continuación, se presenta el plan piloto de instalación sugerido, el cual se basa en el desarrollo de los grupos de trabajo y el diagnóstico de problemas, y cómo solucionarlos.

Figura 21. Plan piloto de TPM

Plan piloto de instalación de TPM													
Línea de Salsa	MES												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Actividades de instalación													
Formación de grupos e introducción en TPM													
Mantener grupos integrados													
MANTENIMIENTO AUTONOMO													
Proporcionar entrenamiento en análisis de problemas													
Proporcionar entrenamiento en solución de problemas													
Proponer mejoras en equipos y maquinarias													
MANTENIMIENTO PREVENTIVO													
Desarrollar listas de tareas de TPM													
Desarrollar entrenamiento de habilidades													
Ejecutar entrenamiento de habilidades													
Desarrollar sistema de mantenimiento-preventivo													
Ejecutar el mantenimiento. Preventivo planeado													

Fuente: elaboración propia.

## **4.2 Preparación y capacitación del personal**

La gestión del cambio es muy importante cuando desarrollan una rutina cómoda de trabajo las personas, con frecuencia, se oponen o están en desacuerdo con el cambio. En las empresas donde una organización sindical crea una cultura de resistencia al cambio, es difícil la integrar programas como TPM, ya que el personal operativo no está dispuesto a realizar trabajos o tareas adicionales a las que les corresponden según su contrato.

Debido a esta dificultad, la integración de grupo de trabajo autónomo se implementó con otro enfoque. Generalmente, un grupo de trabajo autónomo está integrado por los operadores que, primero tiene interés en aprender y aplicar su conocimiento en beneficio de la organización. Segundo, muestra facilidad de aprender y cuenta con las habilidades para adaptarse a nuevas tareas y trabajos.

Por ello, para el nuevo enfoque, se eligieron tres grupos de trabajo dentro de la línea de producción. Se dividieron las tres áreas principales de trabajo en: alimentación de envases e insumos, envasado y empacado. De esta manera, se trabajó con los operadores respectivos de cada una de estas áreas, los cuales, a continuación, se enumeran:

Grupo de alimentación de envases: 2 operadores

Grupo de envasado: 2 operadores

Grupo de empacado: 4 operadores

#### **4.2.1 Necesidades de capacitación**

Uno de los pilares de TPM educación y entrenamiento, establece que se requiere de un personal capacitado y formado para desempeñar actividades como detectar y clasificar problemas, comprender el funcionamiento de los equipos, capacidad de análisis y resolución de averías, entre otros.

Actualmente, el personal disponible carece de las habilidades para desempeñar la mayoría de estas actividades. Por ello, el plan de capacitación por desarrollar en este proyecto, está diseñado de manera que el personal seleccionado para los grupos de trabajo desarrolle las habilidades necesarias y garantice un alto nivel de desempeño en sus puestos de trabajo.

El plan de capacitación tendrá como objetivo educar y entrenar al personal en las siguientes áreas:

- Mejoras enfocadas
- Mantenimiento autónomo
- Mantenimiento planificado
- Mantenimiento de calidad
- Prevención del mantenimiento

Las habilidades por fortalecer en cada una de estas áreas se presentan a continuación:

Tabla IX. **Habilidades TPM**

Área	Habilidades de desarrollar
Mejoras enfocadas	Sistema de mejora continua, planear, hacer verificar actuar. Herramientas de diagnóstico (diagrama causa y efecto, Pareto, FODA, entro otros). Metodología de las 5s.
Mantenimiento autónomo	Principios de lubricación Estandarización de la limpieza. Condiciones óptimas de los equipos. Formatos de inspección, limpieza y lubricación. Manuales.
Prevención del mantenimiento	Fichas técnicas. Historial de los equipos. Identificación, corrección y eliminación de averías. Reducción de costos.
Mantenimiento planificado	Evaluación de equipo y condiciones actuales. Restauración de quipos. Planificación mantenimiento preventivo Planificación mantenimiento preventivo.
Mantenimiento de calidad	Indicadores (disponibilidad, rendimiento y calidad). Control de información (repuestos, materiales, fichas técnicas, fallas, paros, entro otros). Seguridad e higiene.

Fuente:<http://www.ceroaverias.com/centroTPM/articulospublicados/PDF/PILAR%20EDUCACION.pdf>. Consulta: marzo 2016.

#### **4.2.2 Formación de grupos de trabajo**

Como se mencionó anteriormente, se formaron tres grupos de trabajo para las tres áreas de trabajo de la línea de producción para evitar algún conflicto con las regulaciones establecidas en el pacto sindical de la empresa.

Esto permitió trabajar con cada grupo e identificar las necesidades con las cuales operaban en sus respectivas áreas. Lo anterior fue punto de partida del diseño del manual de TPM que se presentó en capítulo 3. Adicionalmente, se contó con la participación del personal de sanitación, un mecánico general, un electricista del departamento mantenimiento y el supervisor de planta de la línea.

Se trabajó el horario del turno de día con cada uno de los grupos. Este comprende de las 7:00 am a las 3:00 pm. Durante la jornada de trabajo, se utilizaron los procedimientos y registros correspondientes del manual de TPM, de manera que los operarios desarrollaron las actividades indicadas en el manual y, de esta manera, se les introdujo al mantenimiento autónomo.

En conjunto, se podría decir que el grupo de trabajo autónomo está conformado por 8 operadores, 3 personas del personal de sanitación, un mecánico general, un electricista y el supervisor de planta.

### **4.2.3 Diseño de formato de control para reuniones**

Para dar continuidad al programa de TPM es necesaria la constante capacitación del personal y su participación en la toma de decisiones sobre las líneas de producción. Estas acciones son indispensables para el desarrollo y mejora continua del programa.

Ya que el TPM requiere de la participación y opinión del operador, también es necesario que exprese sus ideas y sugerencias para mejorar las condiciones de operación de los equipos.

Se desarrolló un formato para llevar el control y registro de las capacitaciones que reciba el personal, además el personal evaluará la calidad de estas capacitaciones en otro formato específico. De esta manera se identificarán los puntos por mejorar en futuras reuniones en función de la optimización del programa.

El encargado de llevar a cabo la capacitación registrará en los formatos la lista de los asistentes a la capacitación y el operador evaluará la utilidad de la información y el material brindados durante la capacitación.



Tabla X. **Hoja de registro de capacitación**

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN		PÁGINA: 1/1	
MANUAL DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL		FECHA: _____	
<b>Registro de capacitaciones</b>		Código:	
		TPM-CAPAC001	
Instructor: _____ Coordinador: _____			
Nombre de la capacitación: _____			
No.	Nombre de colaborador	Departamento	Firma
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			

Fuente: elaboración propia

Tabla XI. **Hoja de sugerencias para capacitaciones**

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN		PÁGINA: 1/1		
MANUAL DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL		FECHA: _____		
<b>Hoja de sugerencias en capacitaciones</b>		Código:		
		TPM-CAPAC002		
Nombre de actividad:		Hora inicio:                      Hora final:		
Nombre:		Puesto:		
<b>Tema de la capacitación</b>				
	Excelente	Bueno	Malo	Regular
Contenido				
Metodología				
<b>Evaluación de capacitador</b>				
	Excelente	Bueno	Malo	Regular
Transmisión de conocimientos				
Dominio del tema				
Resolución de dudas				
<b>Medios y materiales</b>				
	Excelente	Bueno	Malo	Regular
Utilizo apoyo audiovisual				
Entrego material escrito				
Sugerencia para mejorar capacitaciones:				

Fuente: elaboración propia

#### 4.3 Beneficios de la implementación de TPM en el departamento de producción

Luego de la etapa inicial de implementación de TPM en las actividades de inspección, limpieza y lubricación, se analizaron nuevamente los índices de efectividad de la línea de producción. Se recopiló la información necesaria, al mismo tiempo que se implementaron los procedimientos del manual de TPM. Como se observará en la tabla y en el gráfico, los tiempos perdidos disminuyeron, es decir, se alcanzó uno de los principales objetivos del TPM.

- Análisis de tiempos perdidos

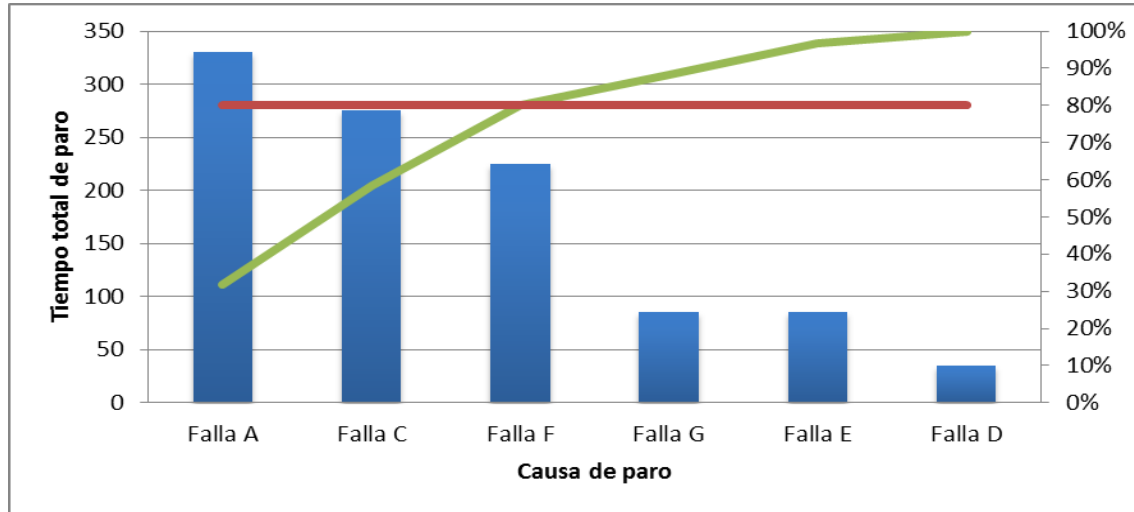
Para analizar las pérdidas, nuevamente, se utilizó el gráfico de Pareto como herramienta para identificar los problemas con mayor incidencia dentro de la línea.

Tabla XII. Paros de producción mes de febrero

Causa de paro	Frecuencia	Tiempo total (minutos)	f	F
Falla A	8	330	31,88%	31,88%
Falla C	4	275	26,57%	58,45%
Falla F	4	225	21,74%	80,19%
Falla G	5	85	8,21%	88,41%
Falla E	4	85	8,21%	96,62%
Falla D	2	35	3,38%	100,00%

Fuente: investigación de campo.

Figura 22. Gráfico de Pareto mes de febrero



Fuente: elaboración propia.

En el gráfico anterior se determina la falla A continua como la de mayor impacto sobre la línea de producción. Las fallas C y F inciden en un 80,19% del tiempo perdido durante la operación de la línea.

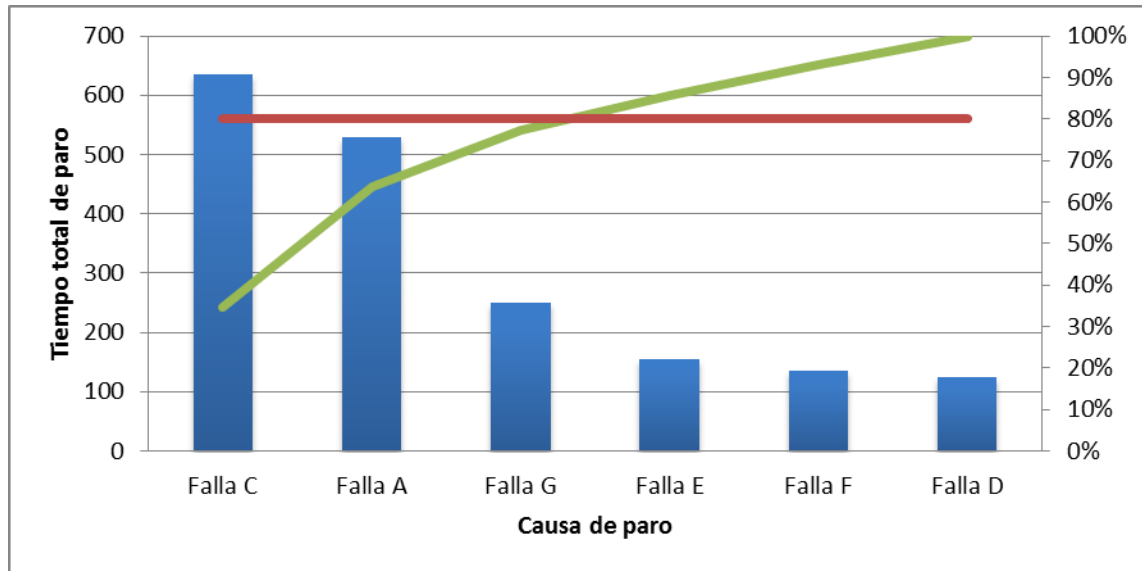
A pesar de esto, se logró la disminución del tiempo total perdido en un 57,75% del tiempo total de paro del equipo, en comparación con los meses de septiembre a noviembre.

Tabla XIII. Paros de producción mes de marzo

Causa de paro	Frecuencia	Tiempo total (minutos)	f	F
Falla C	18	635	34,70%	34,70%
Falla A	14	530	28,96%	63,66%
Falla G	4	250	13,66%	77,32%
Falla E	8	155	8,47%	85,79%
Falla F	11	135	7,38%	93,17%
Falla D	6	125	6,83%	100,00%

Fuente: investigación de campo.

Figura 23. Gráfico de Pareto mes de marzo



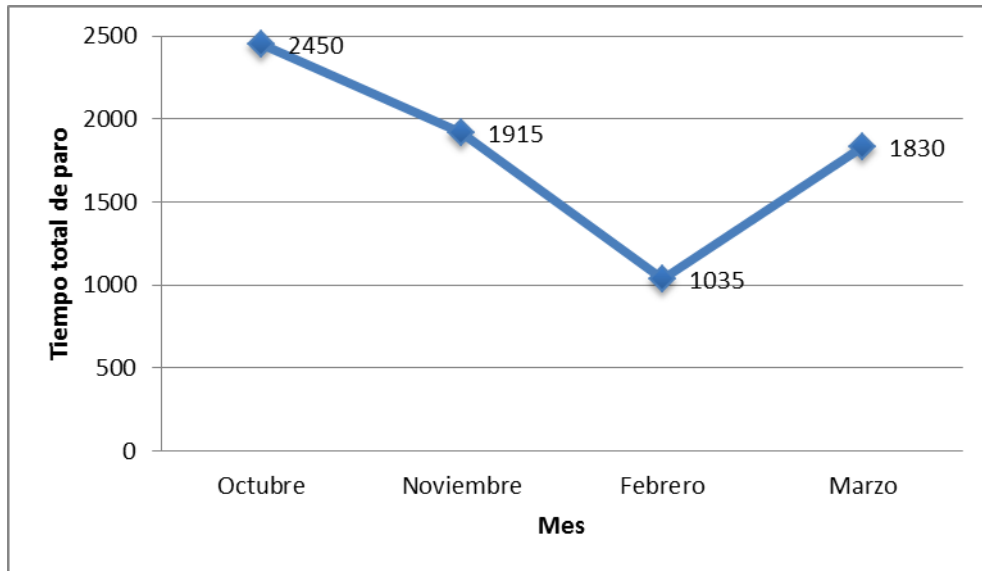
Fuente: elaboración propia.

Igual que el mes de febrero, y el año pasado, los fallos C, A y G continúan representando la mayor parte del tiempo no productivo. En el caso del mes de marzo, estas fallas inciden en un 77,32% del tiempo perdido durante la operación de la línea.

Pero igual que en el mes de febrero se puede observar una disminución del tiempo total perdido. Por ejemplo, el tiempo perdido por la falla A disminuyó en un 53.52% en comparación de los meses de septiembre a noviembre del año anterior.

En virtud de que, en general, el tiempo total disponible de la línea de producción evidenció una mejoría, a continuación, se presenta un gráfico de comparación del tiempo total no productivo de los meses de octubre-noviembre y los meses de febrero-marzo.

Figura 24. **Gráfico de comparación de tiempos de paro 2015-2016**



Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en el gráfico, el tiempo total no productivo entre febrero y marzo del 2016 fue menor que el evidenciado entre octubre y diciembre del 2015. Esto significa que la implementación tuvo un impacto positivo dentro de la línea, ya que una de las metas de TPM es la disminución de los tiempos no productivos. La eliminación total de la falla requiere de un proceso más largo y de que todo personal de la empresa se involucre.

- Índices y eficiencias actualizados

A continuación, se presentan los índices y eficacia global del equipo con el TPM funcionando durante los meses de febrero y marzo de 2016.

Tabla XIV. Rendimiento de los equipos (implementando TPM)

Mes	Presentación	Velocidad real (bot/min)	Velocidad estándar (bot/min)	Rendimiento
Febrero	PET Pequeño	84	90	<b>93,33%</b>
	PET Mediano	77	90	<b>85,56%</b>
	PET Grande	66	90	<b>73,33%</b>
	PET Gal.	18	20	<b>90,00%</b>
Marzo	PET Pequeño	92	90	<b>102,22%</b>
	PET Mediano	77	90	<b>85,56%</b>
	PET Grande	60	90	<b>66,67%</b>
	PET Gal.	18	20	<b>90,00%</b>

Fuente: investigación de campo.

Tabla XV. Disponibilidad de los equipos (implementando TPM)

Mes	Presentación	Tiempo operativo (min)	Tiempo muerto (min)	Disponibilidad
Febrero	PET Pequeño	1 305	175	<b>86,59%</b>
	PET Mediano	1 305	135	<b>89,66%</b>
	PET Grande	1 305	120	<b>90,80%</b>
	PET Gal.	1 305	135	<b>89,66%</b>
Marzo	PET Pequeño	1 305	280	<b>78,54%</b>
	PET Mediano	1 305	215	<b>83,52%</b>
	PET Grande	1 305	270	<b>79,31%</b>
	PET Gal.	1 305	145	<b>88,89%</b>

Fuente: investigación de campo.

Tabla XVI. **Calidad de los equipos (implementando TPM)**

Mes	Presentación	Unidades producidas	Unidades defectuosas	Calidad
Febrero	PET Pequeño	2 880	151	<b>94,76%</b>
	PET Mediano	8 568	511	<b>94,04%</b>
	PET Grande	10 080	435	<b>95,68%</b>
	PET Gal.	1 810	54	<b>97,02%</b>
Marzo	PET Pequeño	7 680	327	<b>95,74%</b>
	PET Mediano	8 568	2105	<b>75,43%</b>
	PET Grande	2 6676	978	<b>96,33%</b>
	PET Gal.	2 025	83	<b>95,90%</b>

Fuente: investigación de campo.

Tabla XVII. **Efectividad global de los equipos**

Mes	Presentación	Rendimiento	Disponibilidad	Calidad	OEE
Febrero	PET Pequeño	93,33%	86,59%	94,76%	76,58%
	PET Mediano	85,56%	89,66%	94,04%	72,13%
	PET Grande	73,33%	90,80%	95,68%	63,72%
	PET Gal.	90,00%	89,66%	97,02%	78,28%
Marzo	PET Pequeño	102,22%	78,54%	95,74%	76,87%
	PET Mediano	85,56%	83,52%	75,43%	53,90%
	PET Grande	66,67%	79,31%	96,33%	50,94%
	PET Gal.	90,00%	88,89%	95,90%	76,72%

Fuente: investigación de campo.

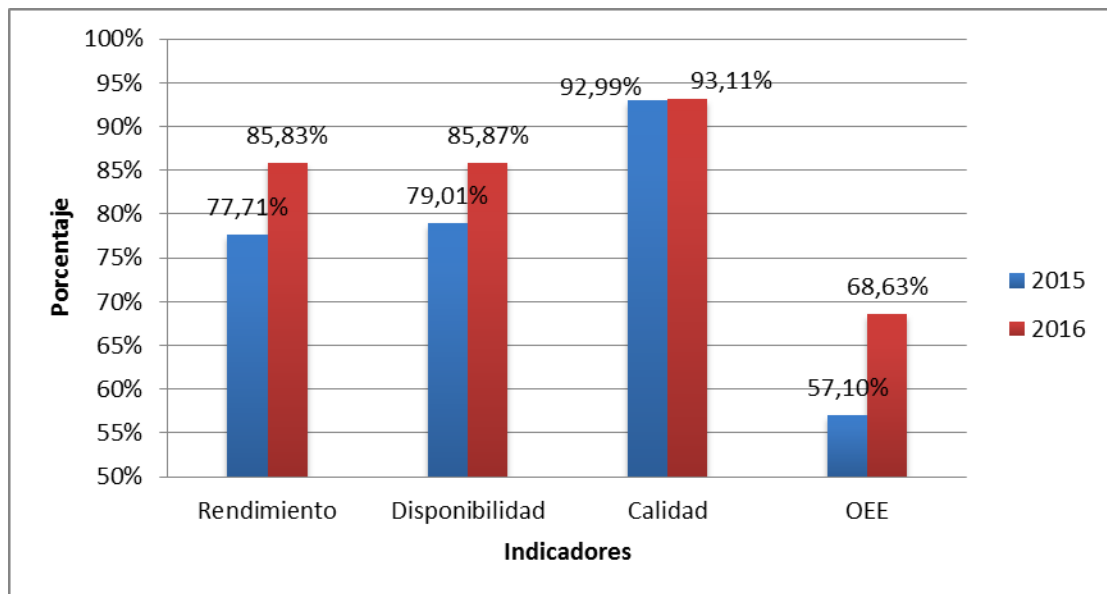
El proceso de implementación de un programa de TPM es prolongado, en el mejor de los casos se logra su completa implementación en un periodo de 3 años, dependiendo del área de trabajo.

En este caso, a pesar del poco tiempo de implementación del programa, se pudo obtener una mejoría en los índices de rendimiento y disponibilidad, los cuales eran los que mayor impacto negativo tenían sobre la efectividad global de los equipos (OEE).



En el siguiente gráfico se observa mejor el incremento de los índices actuales en comparación con los índices iniciales de la línea de producción. Como se mencionó anteriormente, los índices rendimiento y disponibilidad mejoraron significativamente.

Figura 25. **OEE 2015 – OEE 2016**



Fuente: elaboración propia.

Como se puede ver en el gráfico, el índice de rendimiento mejoró en un 8,12% en comparación con año anterior. De igual manera, el índice de disponibilidad tuvo una mejoría del 6.86%, mientras que el índice de calidad no evidenció cambios significativos. En conjunto, la efectividad global de la línea de producción tuvo un incremento del 11.53% el cual es un buen resultado si se toma en cuenta el corto tiempo de implementación. Con estos datos se concluye que el programa de TPM influyó positivamente sobre la línea de producción, por lo cual la continuidad del programa y su implementación completa puede resultar factible para la empresa.

#### 4.4 Costos de la implementación de TPM dentro de la planta

En la tabla siguiente se muestran los costos aproximados de los recursos que fueron necesarios para la capacitación del personal.

Tabla XVIII. Costo aproximado de recursos para capacitación

Recurso	Cantidad	Costo Aproximado
Computador	1	-----
Hojas de papel	900	Q 295,00
Lapiceros	22	Q 88,00
Tóner de tinta	1	Q 400,00
Impresora	1	-----
Tabla de notas	11	Q 330,00
<b>TOTAL</b>		<b>Q1 113,00</b>

Fuente: elaboración propia.

En la siguiente tabla se muestra el costo de los recursos necesarios para desarrollar los procedimientos descritos en manual de TPM.

Tabla XIX. Costo recursos para mantenimiento

Recurso	Cantidad	Costo aproximado
Escobas	4	Q 48,00
Cepillos	8	Q 72,00
Toalla de limpieza (paquete)	3	Q 105,00
Caja de guantes	1	Q 50,00
Caja de mascarillas	1	Q 75,00
Galón de lubricante Castrol Obeen UF	1	Q 400,00
Lata de lubricante Castrol Vicogen Spray	1	Q 80,00
Galón de grasa Tribol 823-2	1	Q 90,00
Pistola grasera	3	Q 480,00
<b>TOTAL</b>		<b>Q 1 400,00</b>

Fuente: elaboración propia.

La implementación completa del programa de TPM se puede lograr en un período de entre tres y cinco años. Durante el primer año de este período, se espera que los costos incrementen entre 10% y 20% por capacitación y entrenamiento. En los dos años siguientes se espera que el costo incremente en un 15% del presupuesto designado a mantenimiento debido a la implementación del TPM. A principios del cuarto después de la implementación la empresa empezará a recuperar lo invertido. Sin embargo, esto dependerá de si aún se está trabajando con la línea escogida para la implementación, ya que, si se decide implementar en toda la planta, el tiempo de recuperación de la inversión será más prolongado. Con apoyo del gerente de mantenimiento se estimó el costo de la implementación de TPM, basándose en tres áreas importantes para el programa, las cuales son:

Tabla XX. **Costo aproximado de implementación**

	Costo mensual	Costo anual	Costo total (5años)
Entrenamiento y capacitación	Q 5 808,00	Q 69 696,00	Q 348 480,00
Mantenimiento eléctrico	Q 4 635,03	Q 55 620,40	Q 278 102,00
Mantenimiento mecánico	Q 29 067,86	Q 348 814,32	Q 1 744 071,60
<b>TOTAL</b>	<b>Q 39 510,89</b>	<b>Q 474 130,72</b>	<b>Q 2 370 653,60</b>

Fuente: elaboración propia.



## **5. FASE III: DOCENCIA**

### **5.1 Capacitación de grupo autónomo**

El esquema de las capacitaciones fue de manera práctica en los lugares de trabajo, basado en áreas identificadas en el capítulo anterior y en las necesidades identificadas en el diagnóstico.

#### **5.1.1 Plan de capacitación**

Las capacitaciones se realizaron con el grupo de trabajo indicado en el capítulo anterior. Cada una se realizó en las tres áreas delimitadas de la línea de producción: alimentación de envases, llenado y empaclado.

- **Objetivo general del plan de capacitación**

Inducir y adiestrar al personal del grupo de trabajo en las tres áreas principales de mantenimiento autónomo las cuales son inspección, limpieza y lubricación.

- **Objetivos específicos del plan de capacitación**

- Restaurar el estado inicial de los equipos
- Prevenir la suciedad en el área de trabajo
- Estandarizar procedimientos de limpieza, inspección y lubricación
- Mejorar destrezas y habilidades del personal

### **5.1.2 Programa de capacitación**

Para este programa se utilizó una metodología de adiestramiento para mejorar las habilidades, conocimientos y destrezas del personal en tres actividades básicas: inspección, limpieza y lubricación, ya que son la base para que el grupo se prepare para el mantenimiento autónomo.

Las actividades que desarrolló el grupo son:

- Inspección de equipos de trabajo
- Limpieza de equipos y áreas de trabajo
- Lubricación básica de equipos de trabajo
- Prácticas con los formatos de TPM proporcionados

### **5.1.3 Desarrollo de capacitaciones**

En cada reunión se presentaron los formatos de inspección, limpieza y lubricación por utilizar. Con base en el manual de TPM presentado en el capítulo 3, se explicó el procedimiento para desarrollar cada una de las actividades descritas en los formatos.

Luego de la presentación y explicación del manual de TPM, se ejemplificaron las actividades descritas en el manual, de manera que, en el momento, se resolverán dudas y se realizarán observaciones o mejoras al procedimiento establecido.

Por último, cada miembro de grupo realizó cada una de las actividades descritas en el manual y, por último, completó los formatos establecidos para el control y registró.

## **5.2 Capacitaciones constantes de personal**

Las capacitaciones pueden ofrecerse por medio de cursos, proyectos o seminarios para su aplicación inmediata e investigación. En la medida en que se desarrollen se incorporarán ayudas audiovisuales. Al final de las capacitaciones se obtendrá como resultado un manual estructurado de la siguiente manera:

- Antecedentes
- Introducción
- Objetivos del programa
- Metodología
- Evaluación inicial
- Material didáctico, seminarios, proyectos, etc.
- Evaluación final

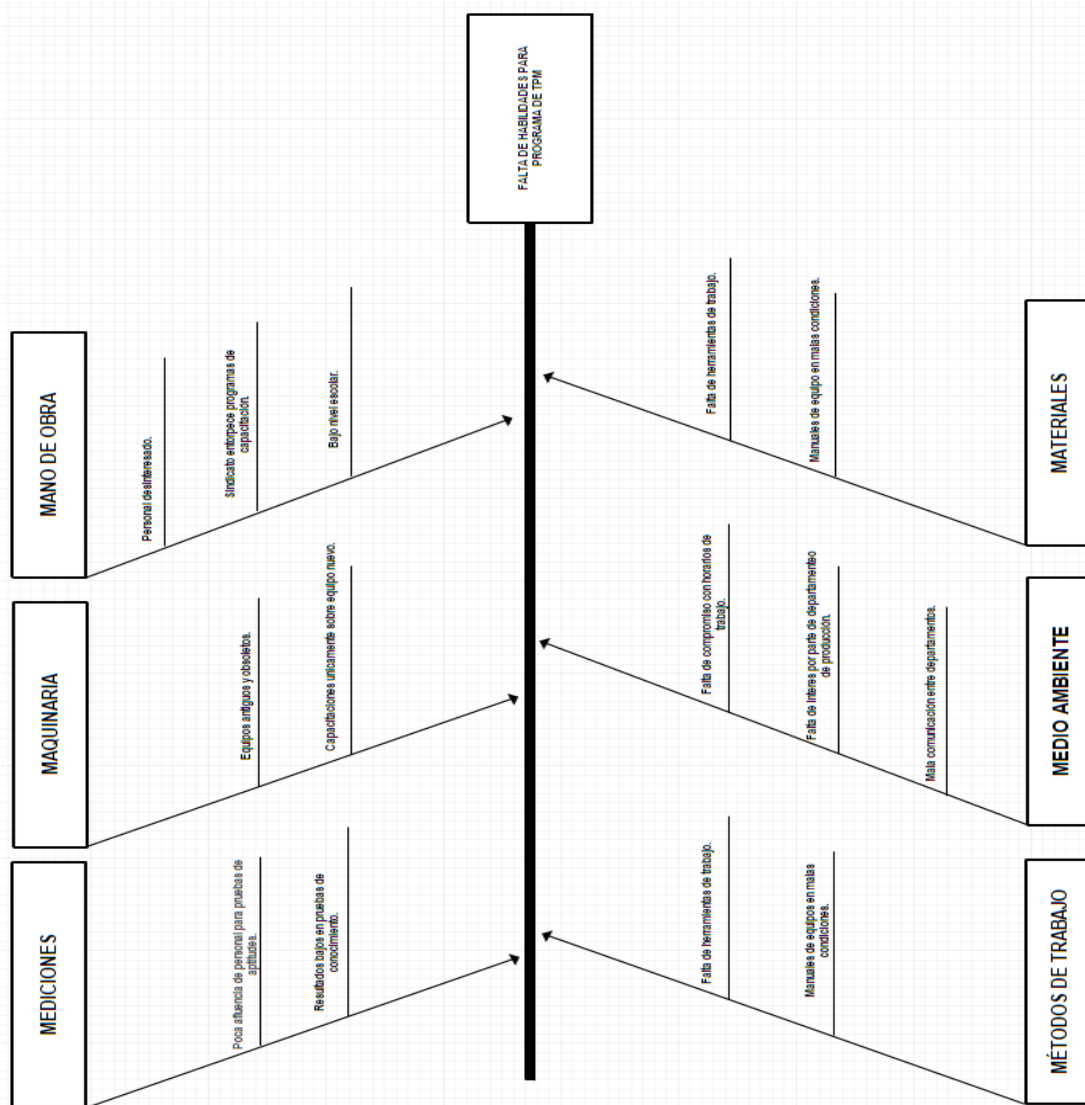
De esta manera, el operador recopilará toda la información obtenida en las capacitaciones y creará su propia base de datos para consultas en el futuro.

La documentación correcta de los materiales didácticos debe facilitar las tareas de mantenimiento. Para ello, se archivarán correctamente y se actualizarán. Así, se creará una biblioteca para consulta de quien la necesite.

### **5.2.1 Habilidades y destrezas del equipo de trabajo**

El personal que labora en la actualidad carece de las habilidades necesarias para el programa de TPM. Por ello, a continuación, se presenta un diagrama de causa-efecto con el cual se busca identificar las deficiencias de los programas de capacitación existentes en la empresa.

Figura 26. Diagrama de Ishikawa



Fuente: elaboración propia.



## 5.2.2 Plan de capacitación

Se propone un plan de capacitación basado en áreas identificadas en el capítulo anterior y en las necesidades identificadas en el diagnóstico. Cada reunión iniciará con una inducción y finalizará con una discusión de resultados. Se organizarán capacitaciones periódicamente, de acuerdo con un orden específico y un tema determinado.

Las capacitaciones se realizan con el grupo o equipo de trabajo establecido en el capítulo anterior y, además, por ser pruebas iniciales se requerirá la presencia del jefe de producción o el jefe de mantenimiento.

En cada reunión se emplearán técnicas, como la lluvia de ideas, histogramas, partos, diagrama de causa-efecto, listas de chequeo, entre otras.

- **Objetivo general del plan de capacitación**

Propiciar que el grupo de trabajo y el supervisor de producción se adapten al programa de mantenimiento productivo total (TPM) en la línea de producción de salsa.

- **Objetivos específicos del plan de capacitación**

- Reunir un grupo de trabajo integrado por personal operativo de la línea de producción y supervisor de producción, e introducción, de manera general, a la filosofía de TPM.
- Enseñar conceptos básicos y entregar el formato que se utilizará durante el programa; además, delegar responsabilidades.
- Iniciar el programa de mantenimiento productivo total, utilizando los formatos proporcionados.

- Recopilar información y presentar resultados obtenidos al supervisor del grupo de trabajo.
- Estandarizar procedimiento de limpieza, inspección y lubricación con base en los resultados anteriores.
- Evaluar el desempeño del grupo de trabajo y discutir mejoras por realizar.

### **5.2.3 Programa de capacitación**

A continuación, se detalla las actividades que se realizarán en cada reunión del plan de capacitación.

- **Capacitación inicial**
  - Primera reunión del equipo de trabajo y supervisor encargado del grupo.
  - Se presenta y explica el programa de TPM, cómo funciona, las ventajas para empresa y para cada uno de los empleados. Se presentan los objetivos y metas de programa, y se delegan las responsabilidades por desempeñar.
  - Se presentan los formatos de evaluación con los cuales trabajará el equipo.
  - Se entrega el programa de capacitación a cada integrante donde se indica la fecha, hora y lugar de las siguientes capacitaciones.
  - Por último se da oportunidad para que los integrantes expresen su opinión y se aclararan dudas.
  
- **Segunda capacitación**
  - Se da inicio con una breve charla sobre la toma de decisiones y el liderazgo.

- Se entregan y explican los formatos de evaluación.
- Se presentan temas como la limpieza correcta y lubricación de los equipos, herramientas por utilizar, seguridad industrial, trabajo en equipo, entre otros.
- Tercera capacitación
  - Se inicia la reunión con el tema de restauración al estado inicial de los equipos.
  - Identificación de anomalías en el funcionamiento de los equipos.
  - Se establece el procedimiento de limpieza de cada equipo y se realiza la limpieza.
  - Se realiza un mantenimiento mínimo, como lubricación, a los equipos que los necesitan.
  - Por último se llenan los formatos que se entregaron en la reunión anterior, para el registro y control.
- Cuarta capacitación
  - Los integrantes del grupo prepararán una presentación sobre las anomalías encontradas en los equipos y sus posibles soluciones.
  - Entrega de material sobre la prevención de la suciedad, eliminación de fuentes de contaminación y suciedad.
  - Se resuelven dudas y anotan sugerencias.
  - Se llenan los formatos de evaluación de los datos obtenidos.
- Quinta capacitación
  - El grupo presenta avances sobre datos recopilados.
  - Se establecen procedimiento de limpieza, inspección y lubricación.
  - Se llenan formatos de chequeo y, si es posible se mejoran.

- Se realiza un plano del área de trabajo, para identificar el equipo con mayores problemas.
- Se escuchan opiniones y sugerencias para mejorar procesos.
- Sexta capacitación
  - El equipo presenta los estándares que, según su criterio ayudarán mejorar su desempeño en la línea de producción.
  - El departamento de producción deberá evaluar el desempeño del grupo e integración del programa.
  - Última formación a los integrantes. Se les preparara para realizar mantenimiento autónomo sin ayuda de un supervisor o jefe.
  - Se entrega plan de mantenimiento, y manual donde explicará cómo realizar trabajos de mantenimiento.

### **5.3 Mejoras del mantenimiento preventivo**

Con la implementación de TPM el mantenimiento preventivo empieza a tener una función estratégica, por lo que sus metas deben estar contempladas en los propósitos de la empresa. Cumplir correctamente con el programa de mantenimiento será, ahora, una meta para el departamento de producto, además de alcanzar la producción objetiva, cero defectos, etc. Para ello, se requiere de una efectiva administración del programa, donde los operadores formen parte de esa administración correcta. Debido a esto se diseñaron los siguientes recursos que permitirán al operador controlar las condiciones de la línea de producción y tener una mayor participación dentro del departamento de producción.

- **Observaciones de efectividad**

El operador observará y controlará la efectividad del equipo por medio de los indicadores de TPM: disponibilidad, rendimiento y calidad.

Para comprobar la efectividad, el operador deberá llevar control de los paros de producción de la línea, anotando la hora a la que ocurren, la razón, la velocidad a la cual opera el equipo y el tiempo total que se necesitó para poner en marcha la línea. Al final de la jornada de trabajo, el operador deberá sumar el tiempo total perdido, la cantidad de unidades producidas y la unidad defectuosas. Para esto, el operador utilizará el siguiente formato:

Tabla XXI. **Registro observación de efectividad**

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN		PÁGINA: 1/1	
MANUAL DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL		FECHA: _____	
<b>Observaciones de efectividad</b>		Código: TPM-CNTRL001	
OBSERVACIONES DE EFECTIVIDAD			
LINEA	_____	PRODUCTO	_____
FECHA	_____	RESPONSABLE	_____
TURNO	_____	HORA INICIO	_____
VEL.STD. EQUIPO.	_____	HORA FINAL	_____
HORA	RAZON DE PARADA	VEL. REAL	TIEMPO
	Total minutos perdidos		
AL TERMINAR CADA OBSERVACIÓN CUANTIFICAR:			
	PRODUCCIÓN ACEPTADA	_____	UNIDADES
	PRODUCCIÓN EFECTUOSA	_____	UNIDADES

Fuente: elaboración propia.

- **Indicadores TPM**

Los principales indicadores de TPM son disponibilidad, rendimiento y calidad, el siguiente formato permitirá que el operador evalúe y controle estos indicadores y las condiciones de funcionamiento del equipo que opera.

Tabla XXII. **Indicadores TPM**

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN		PÁGINA: 1/1	
MANUAL DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL		FECHA: _____	
<b>Indicadores TPM</b>		Código:	
		TPM-CNTRL001	
<b>CONTROL DE INDICADORES DE EFECTIVIDAD T.P.M</b>			
Nombre	_____		
Producto	_____		
Fecha	Turno	_____	
Línea	Cant. Progr.	_____	
1.	Tiempo disponible	_____ minutos	
2.	Tiempo perdido plan.	_____ minutos	
3.	Tiempo no planeado	_____ minutos	
4.	Tiempo real de operación	_____ minutos	
	<b>DISPONIBILIDAD</b>	_____ %	
5.	Velocidad teórica	_____ unidades/min	
6.	Velocidad real	_____ unidades/min	
	<b>RENDIMIENTO</b>	_____ %	
7.	Producción real	_____ unidades	
8.	Producción teórica	_____ unidades	
	<b>CALIDAD</b>	_____ %	
	<b>EGE</b>	_____ %	

Fuente: elaboración propia.

- **Rutinas de mantenimiento preventivo sugeridas**

La línea de semisólidos es una de las líneas de producción más descuidadas por el departamento de producción y mantenimiento. Para que opere en óptimas condiciones se sugieren las siguientes rutinas de mantenimiento para los diferentes equipos instalados.

Tabla XXIII. **Mantenimiento preventivo motores eléctricos**

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN		PÁGINA: 1/1
MANUAL DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL		
LÍNEA DE SEMISÓLIDOS		
Título:	Área:	Código:
Mantenimiento preventivo mecánico	<b>Alimentación de envases</b>	TPM-MP001-1
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	
<b>Rutina de mantenimiento quincenal para motores eléctricos</b>		
1	Chequeo y medición de temperatura	
2	Chequeo y medición de amperaje	
<b>Rutina de mantenimiento mensual para motores eléctricos</b>		
1	Cambiar aceite de reductores de velocidad	
<b>Rutina de mantenimiento anual para motores eléctricos</b>		
1	Cambio de cojinetes	

Fuente: elaboración propia.



Tabla XXIV. **Mantenimiento preventivo transportadores**

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN		PÁGINA:	1/1
MANUAL DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL			
LÍNEA DE SEMISÓLIDOS			
Título:		Área:	Código:
Mantenimiento preventivo mecánico		<b>Alimentación de envases</b>	TPM-MP001-2
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>		
<b>Rutina de mantenimiento trimestral para transportadores</b>			
1	Revisión general de la faja de transporte		
2	Revisión de condición física de chumaceras		
3	Revisión del estado del eje de tracción y conducción de las bandas		
4	Revisión del estado físico de piñón y bujes, reemplazar si es necesario		
5	Revisión de la condición de cadena de tracción		
6	Revisión del estado de guías de teflón		
7	Revisión general de motor eléctrico y revisar aceite de reductor de velocidad		
8	Ajuste piezas, realizar aprietes en general		
9	Verificar que no existan partes sueltas en las barandas y soportes laterales		
10	Revisión para que las bandejas recolectoras de lubricación estén completas y bien colocadas		
11	Revisión para que la estructura del transportador esté anclada debidamente		
12	Realizar rutina general de lubricación		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXV. **Mantenimiento preventivo trimestral llenadora**

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN		PÁGINA:	1/1
MANUAL DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL			
LÍNEA DE SEMISÓLIDOS			
Título:		Área:	Código:
Mantenimiento preventivo mecánico		<b>Llenadora</b>	TPM-MP002-1
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>		
<b>Rutina mantenimiento trimestral de llenadora</b>			
<b>1</b>	<b>Eje central</b>		
1.1	Revisión del estado de eje central		
<b>2</b>	<b>Mecanismos estrellas de entrada y salida</b>		
2.2	Cambio aceite de cajas reductoras		
2.3	Revisión del estado de engranaje plástico y reemplazarlo si es necesario		
<b>3</b>	<b>Mesa de llenado</b>		
3.3	Revisión del estado de pasadores de rodos, reemplazarlos si es necesario		
3.4	Revisión del estado de rodos, reemplazar si es necesario		
3.5	Revisión del estado de seguros de ejes de la mesa		
<b>4</b>	<b>Mecanismo de tracción de mesa de llenado</b>		
4.1	Revisión del estado de chumaceras, reemplazar de ser necesario		
4.2	Revisión del estado de engranaje plástico, reemplazarlo si es necesario		
<b>5</b>	<b>Mecanismo de tracción de tornillos sin fin</b>		
5.1	Revisión del estado de pasadores, reemplazar de ser necesario		
5.2	Revisión del estado de piñones plásticos, reemplazar de ser necesario		
5.3	Revisión del estado de cadena, reemplazar de ser necesario		
5.4	Revisión del estado de chumaceras, reemplazar de ser necesario		
5.5	Revisión del estado de engranaje plástico, reemplazarlo si es necesario		
5.6	Luego de los reemplazos necesarios, sincronizar tiempo de tornillos sin fin con las estrellas de entrada y salida		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVI. **Mantenimiento preventivo anual llenadora**

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN		PÁGINA:	1/1
MANUAL DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL			
LÍNEA DE SEMISÓLIDOS			
Título:		Área:	Código:
Mantenimiento preventivo mecánico		<b>Llenadora</b>	TPM-MP002-1
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>		
<b>Rutina mantenimiento anual de llenadora</b>			
<b>1</b>	<b>Eje central</b>		
1.1	Revisión del estado de eje central.		
1.2	Revisión del estado de cojinetes, reemplazar de ser necesario.		
<b>2</b>	<b>Mecanismo de tracción de estrellas de entrada y salida</b>		
2.2	Desmontaje del mecanismo completo.		
2.3	Limpieza general.		
2.4	Cambio de retenedores.		
2.5	Cambio de aceite de cajas reductoras.		
2.6	Revisión del estado de engranaje plástico, reemplazar si es necesario.		
<b>3</b>	<b>Mesa de llenado</b>		
3.1	Desmontaje del mecanismo completo.		
3.2	Revisión del estado de pasadores de rodos, reemplazar si es necesario.		
3.3	Revisión del estado de rodos para ajustar altura de la mesa, reemplazar de ser necesario,		
3.4	Revisión del estado de seguros de los ejes de la mesa, reemplazar si es necesario.		
3.5	Revisión del estado de cuñas de los ejes de la mesa.		
3.6	Revisión del estado de resortes de compresión, reemplazar si es necesario.		
<b>4</b>	<b>Mecanismo de tracción de llenadora</b>		
4.1	Revisión del estado de chumaceras, reemplazar si es necesario.		
4.2	Revisión del estado de engranaje plástico, reemplazar si es necesario.		
<b>5</b>	<b>Mecanismo de tracción de tornillo sin fin</b>		
5.1	Revisión del estado de pasadores, reemplazar si es necesario.		
5.2	Revisión del estado de piñones, reemplazar si es necesario.		
5.3	Revisión del estado de cadenas, reemplazar si es necesario.		
5.4	Revisión del estado de chumaceras, reemplazar si es necesario.		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVII. **Mantenimiento preventivo trimestral taponadora**

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN		PÁGINA:	1/1
MANUAL DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL			
LÍNEA DE SEMISÓLIDOS			
Título		Área:	Código:
Mantenimiento preventivo mecánico		<b>Llenadora</b>	TPM-MP002-2
ITEM	DESCRIPCIÓN		
<b>Rutina mantenimiento trimestral de taponadora</b>			
<b>1</b>	<b>Alimentador de tapa</b>		
1.1	Revisión del estado de faja, reemplazar si es necesario.		
1.2	Revisión del funcionamiento del motor.		
1.3	Revisión estado de resortes de compresión.		
1.4	Revisión del estado de los resortes de compresión planos.		
<b>2</b>	<b>Unidad de presión</b>		
2.1	Revisión del estado de fajas en "V".		
2.2	Revisión del estado de resortes de tensión.		
2.3	Revisión del estado de cojinetes.		
2.4	Revisión del estado de resortes planos.		
<b>3</b>	<b>Mecanismos de tracción</b>		
3.1	Revisión del estado de faja en "V" y de faja plana, reemplazar si es necesario.		
3.2	Revisión del estado del resorte de compresión.		
3.3	Revisión del estado de piñones, reemplazar si es necesario.		
3.4	Revisión del estado de engranajes cónicos, reemplazar si es necesario.		
3.5	Revisión del estado de cadenas, reemplazar si es necesario.		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVIII. **Mantenimiento preventivo anual de taponadora**

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN		PÁGINA:	1/1
MANUAL DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL			
LÍNEA DE SEMISÓLIDOS			
Título:		Área:	Código:
Mantenimiento preventivo mecánico		<b>Llenadora</b>	TPM-MP002-2
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>		
<b>Rutina mantenimiento anual de taponadora</b>			
<b>1</b>	<b>Alimentador de tapa</b>		
1.1	Revisión del estado de faja, reemplazar si es necesario.		
1.2	Revisión del funcionamiento del motor.		
1.3	Revisión del estado de la guía frontal, reemplazar si es necesario.		
1.4	Revisión del estado de la guía posterior, reemplazar si es necesario.		
1.5	Cambio pines de bronce.		
1.6	Cambio resorte compresión.		
1.7	Cambio resortes planos.		
1.8	Cambio pasadores de acero inoxidable.		
<b>2</b>	<b>Unidad de presión</b>		
2.1	Cambio de resortes de tensión.		
2.2	Cambio de fajas en "V".		
2.3	Cambio de cojinetes a las poleas de las fajas en "V".		
2.4	Cambio de pines de presión.		
2.5	Cambio de cojinetes de mecanismo de tracción.		
2.6	Cambio de retenedor del mecanismo de tracción.		
<b>3</b>	<b>Mecanismos de tracción</b>		
3.1	Revisión del funcionamiento del motor.		
3.2	Revisión del estado del variador, reemplazar si es necesario.		
3.3	Revisión del estado de la faja en "V" y de la faja plana, reemplazar si es necesario.		
3.4	Revisión del estado de la caja reductora, reemplazar si es necesario.		
3.5	Revisión del estado de piñones, reemplazar si es necesario.		
3.6	Revisión del estado de los engranajes, reemplazar si es necesario.		
3.7	Revisión del estado de tornillo sin fin, reemplazar si es necesario.		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIX. **Mantenimiento preventivo mensual válvulas neumáticas**

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN		PÁGINA:	1/1
MANUAL DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL			
LÍNEA DE SEMISÓLIDOS			
Título:		Área:	Código:
Mantenimiento preventivo mecánico		<b>Llenadora</b>	TPM-MP002-3
ITEM	DESCRIPCIÓN		
<b>Rutina de mantenimiento mensual para válvulas neumáticas</b>			
1	Revisión de fugas en las conexiones de aire.		
2	Revisión de la manguera de aire, que no se encuentre dañada o cristalizada.		
3	Revisar el funcionamiento de la válvula.		
<b>Rutina de mantenimiento semestral para válvulas neumáticas</b>			
1	Revisión de presencia de fugas en las conexiones de aire.		
2	Revisión de la manguera de aire, que no se encuentre dañada o cristalizada.		
3	Revisión del funcionamiento de la válvula.		
4	Revisión del estado de los <i>O-rings</i> y empaques en general.		
5	Revisión del estado de los bujes del eje de la válvula.		
<b>Rutina de mantenimiento anual para válvulas neumáticas</b>			
1	Revisión de presencia de fugas en las conexiones de aire.		
2	Revisión del estado de la manguera de aire, que no se encuentre dañada o cristalizada.		
3	Revisión del funcionamiento de la válvula.		
4	Revisión de desgaste en el asiento del cuerpo de la válvula.		
5	Revisión del estado de los bujes del eje de la válvula.		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXX. **Mantenimiento preventivo bombas centrifugas**

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN		PÁGINA:	1/1
MANUAL DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL			
LÍNEA DE SEMISÓLIDOS			
Título:		Área:	Código:
Mantenimiento preventivo mecánico		<b>Llenadora</b>	TPM-MP002-4
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>		
<b>Rutina de mantenimiento mensual para bombas centrifugas</b>			
1	Revisión presencia de fugas, estopa, sellos mecánicos y reemplazar, si es necesario.		
2	Revisión del estado de la carcasa y que no existan fugas, reemplazar si es necesario.		
3	Revisión de ducto de lubricación.		
4	Revisión de nivel de aceite, cambiar si es necesario a nivel indicado.		
5	Revisión del estado de cojinetes y retenedores, reemplazar si es necesario.		
6	Revisión estado del eje.		
7	Revisión de alineamiento de poleas y acoplamientos.		
8	Revisión de tensión y estado de fajas.		
9	Revisión del que motor no está haciendo ruidos extraños y revisar temperatura.		
10	Revisión del sellos y empaques, reemplazar si es necesario.		
11	Revisión del estado de <i>O-ring</i> , reemplazar si es necesario.		
12	Revisión del estado de impulsor y su pin sujetador, reemplazar si es necesario.		
13	Revisión de anclaje de la bomba.		
14	Limpieza general.		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXI. **Mantenimiento preventivo bomba movimiento positivo**

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN		PÁGINA: 1/1
MANUAL DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL		
LÍNEA DE SEMISÓLIDOS		
Título:	Área:	Código:
Mantenimiento preventivo mecánico	<b>Llenadora</b>	TPM-MP002-4
ITEM	DESCRIPCIÓN	
<b>Rutina de mantenimiento mensual para bombas de movimiento positivo</b>		
1	Revisión de aletas de los rotores para ver si hay señales de contacto entre las superficies de las aletas.	
2	Revisión de desgaste en el rotor del eje.	
3	Revisión del deterioro del eje donde se encaja y se traba la maza del rotor, reemplazar si es necesario.	
4	Revisión de estado de engranajes, ajustar en caso de que exista contra juego.	
5	Revisión de condición de los rodamientos, reemplazar si necesario.	
6	Revisión de tuercas de la mariposa de la tapadera frontal de la bomba y los pernos.	
7	Verificar nivel de aceite, cambiar si es necesario al nivel indicado.	
8	Verificar agua de lubricación para sellos.	
9	Verificar condición de las fajas y poleas.	
10	Lubricar rodamientos y cojinetes.	
11	Revisión de condición física de los retenedores.	
12	Revisión de funcionamiento del motor, y revisión temperatura.	
13	Revisión de uniones de las tuberías y la bomba.	
14	Revisión del estado de O-ring, reemplazarlos si es necesario.	
15	Realizar limpieza general.	

Fuente: elaboración propia.



Tabla XXXII. **Mantenimiento preventivo bomba neumática**

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN		PÁGINA: 1/1
MANUAL DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL		
LÍNEA DE SEMISÓLIDOS		
Título:	Área:	Código:
Mantenimiento preventivo mecánico	<b>Llenadora</b>	TPM-MP002-6
ITEM	DESCRIPCIÓN	
<b>Rutina de mantenimiento mensual para bombas neumáticas de membrana</b>		
1	Revisión del diafragma de la bomba en busca de hinchazones o grietas, reemplazar si es necesario.	
2	Revisión de condición del eje central, reemplazar si es necesario.	
3	Revisión de estado de O-ring y empaques del bloque central, reemplazar si es necesario.	
4	Revisión de estado de válvulas de bola y asientos, reemplazar si es necesario.	
5	Revisión de tornillos y abrazaderas.	
6	Asegurarse que el pistón de la válvula de aire y la carcasa se muevan libremente.	
7	Realizar limpieza general a la válvula de aire y la carcasa.	
8	Revisión de estado de abrazaderas, reemplazar si es necesario.	
9	Revisión del estado de las jaulas de bolas.	
10	Revisión de aros de las abrazaderas que sujetan el múltiple de admisión a las cámaras de líquido.	
11	Revisión de aros de las abrazaderas que sujetan la cámara de líquido a la sección central de la unidad.	
12	Realizar limpieza general.	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIII. **Mantenimiento preventivo mensual engolletador**

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN		PÁGINA:	1/1
MANUAL DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL			
LÍNEA DE SEMISÓLIDOS			
Título:		Área:	Código:
Mantenimiento preventivo mecánico		<b>Empacadora</b>	TPM-MP003-2
ITEM	DESCRIPCIÓN		
<b>Rutina mantenimiento mensual de engolletador</b>			
<b>1</b>	<b>Alimentador de manga</b>		
1.1	Revisión de cojinete de piñón de la porta bobinas, reemplazar si es necesario		
1.2	Revisión de chumaceras, reemplazar si es necesario		
1.3	Revisión de rodillo alimentador, reemplazar si es necesario		
1.4	Revisión de cojinetes al rodillo de contra presión, reemplazar si es necesario		
1.5	Revisión de cojinetes al eje del rodillo alimentador, reemplazar si es necesario		
1.6	Revisión de los ejes de rodillos, reemplazar si es necesario		
1.7	Revisión de rodillos centradores de manga, reemplazar si es necesario		
<b>2</b>	<b>Rodillos alimentadores</b>		
2.1	Revisión de dientes perforados de manga, reemplazar si es necesario		
2.2	Revisión de cojinete al rodillo de respaldo del perforador de manga		
2.3	Revisión de rodillo alimentador, reemplazar si es necesario		
2.4	Revisión de cojinetes al rodillo de contra presión, reemplazar si es necesario		
2.5	Revisión de faja dentada, reemplazar si es necesario		
2.6	Revisión de cojinetes de la base del mecanismo alimentado de manga		
2.7	Revisión de chumaceras del mecanismo alimentador de manga		
<b>3</b>	<b>Mecanismo de corte</b>		
3.1	Revisión de filo de cuchillas de corte, afilar o reemplazar si es necesario		
3.2	Revisión de guías de desplazamiento de cuchillas, reemplazar si es necesario		
3.3	Revisión de faja dentada, reemplazar si es necesario		
3.4	Revisión de chumaceras, reemplazar si es necesario		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIV. **Mantenimiento preventivo trimestral engolletador**

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN		PÁGINA: 1/1
MANUAL DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL		
LÍNEA DE SEMISÓLIDOS		
Título:	Área:	Código:
Mantenimiento preventivo mecánico	<b>Empacadora</b>	TPM-MP002-2
ITEM	DESCRIPCIÓN	
<b>Rutina mantenimiento trimestral de engolletador</b>		
<b>1</b>	<b>Alimentador de manga</b>	
1.1	Revisión de faja dentada, reemplazar si es necesario	
1.2	Revisión de cojinetes al eje del disco distribuidor, reemplazar si es necesario	
1.3	Revisión de chumaceras del eje de tracción, reemplazar si es necesario	
1.4	Revisión nivel de aceite de la unidad	
1.5	Revisión de cojinete y tornillo sin fin alimentador, reemplazar si es necesario.	
<b>2</b>	<b>Unidad de tracción</b>	
2.1	Revisión de piñones y cadena, reemplazar si es necesario	
2.2	Revisión de piñones tensores y cojinetes del tornillo alimentador	
2.3	Revisión de faja dentada, reemplazar si es necesario	
2.4	Revisión de cojinetes de faja dentada	
<b>3</b>	<b>Revisión general</b>	
3.1	Revisión general de mecanismo para ajustar altura del equipo	
3.2	Revisión general de transportadores	
3.3	Revisión general de piñones, cadenas y chumaceras	
3.4	Realizar ajuste general de tuercas y tornillos	
3.5	Sincronizar tiempos del equipo	
3.6	Limpieza general	
3.7	Rutina de lubricación	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXV. **Mantenimiento preventivo horno**

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN		PÁGINA: 1/1
MANUAL DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL		
LÍNEA DE SEMISÓLIDOS		
Título:	Área:	Código:
Mantenimiento preventivo mecánico	<b>Empacadora</b>	TPM-MP003-3
ITEM	DESCRIPCIÓN	
<b>Rutina mantenimiento mensual de horno</b>		
1	Revisión de estado del ventilador.	
2	Revisión de aspas del ventilador, reemplazar ventilador si es necesario.	
3	Revisión de funcionamiento de motor eléctrico.	
4	Revisión de funcionamiento del horno a la temperatura adecuada.	
<b>Rutina mantenimiento trimestral de horno</b>		
1	Revisión de estado del ventilador.	
2	Revisión de aspas del ventilador, reemplazar ventilador si es necesario.	
3	Revisión de anclaje de estructura.	
4	Revisión de funcionamiento del motor.	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVI. **Mantenimiento preventivo mensual encajadora**

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN		PÁGINA:	1/1
MANUAL DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL			
LÍNEA DE SEMISÓLIDOS			
Título:		Área:	Código:
Mantenimiento preventivo mecánico		<b>Empacadora</b>	TPM-MP003-4
ITEM	DESCRIPCIÓN		
<b>Rutina mantenimiento mensual de encajadora</b>			
<b>1</b>	<b>Mecanismo de freno</b>		
1.1	Revisión de cilindro neumático, reemplazar si es necesario.		
1.2	Revisión de mangueras neumáticas y conexiones, reemplazar si es necesario.		
1.3	Revisión de fugas de aire en las conexiones.		
<b>2</b>	<b>Cabezal</b>		
2.1	Revisión de resortes de torsión, reemplazar si es necesario.		
2.2	Revisión de amortiguadores plásticos, reemplazar si es necesario.		
2.3	Revisión de abrazaderas y resortes de amortiguadores, reemplazar si es necesario.		
<b>3</b>	<b>Banda transportadora</b>		
3.1	Revisión de chumaceras, reemplazar si es necesario.		
3.2	Revisión de rodillos.		
<b>4</b>	<b>Unidad de tracción</b>		
4.1	Revisión de chumaceras, reemplazar si es necesario.		
4.2	Revisión de nivel de aceite de reductores, cambiar si es necesario.		
4.3	Revisión de funcionamiento de motores eléctricos.		
<b>5</b>	<b>General</b>		
5.1	Limpieza general del equipo.		
5.2	Revisión de conexiones y mangueras de aire.		
5.3	Revisión de guías laterales.		
5.4	Revisión general de tornillos y tuercas.		
5.5	Cambio de aceite de caja reductora.		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVII. **Mantenimiento preventivo trimestral encajadora**

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN		PÁGINA:	1/1
MANUAL DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL			
LÍNEA DE SEMISÓLIDOS			
Título:		Área:	Código:
Mantenimiento preventivo mecánico		<b>Empacadora</b>	TPM-MP003-4
ITEM	DESCRIPCIÓN		
<b>Rutina mantenimiento trimestral de encajadora</b>			
<b>1</b>	<b>Mesa de empacado</b>		
1.1	Revisión de chumaceras, reemplazar si es necesario.		
1.2	Revisión de fajas, reemplazar si es necesario.		
<b>2</b>	<b>Mecanismo de freno</b>		
2.1	Revisión de cilindro neumático, reemplazar si es necesario.		
2.2	Revisión de empaque plástico, reemplazar si es necesario.		
2.3	Revisión de resortes, reemplazar si es necesario.		
2.4	Revisión de mangueras neumáticas y conexiones, reemplazar si es necesario.		
<b>3</b>	<b>Cabezal</b>		
3.1	Revisión de resortes de tensión, reemplazar si es necesario.		
3.2	Revisión de amortiguadores plásticos, reemplazar si es necesario.		
3.3	Revisión de abrazaderas, reemplazar si es necesario.		
<b>4</b>	<b>Banda transportadora</b>		
4.1	Revisión de chumaceras, reemplazar si es necesario.		
4.2	Revisión de rodillos.		
4.3	Revisión de fajas, reemplazar si es necesario.		
4.4	Revisión de cadena y piñones, reemplazar si es necesario.		
<b>5</b>	<b>Unidad de tracción</b>		
5.1	Revisión de chumaceras, reemplazar si es necesario.		
5.2	Revisión de nivel de aceite de reductores, cambiar si es necesario.		
5.3	Revisión de funcionamiento de motores eléctricos.		
<b>6</b>	<b>General</b>		
6.1	Limpieza general del equipo.		
6.2	Revisión de conexiones y mangueras de aire.		
6.3	Revisión de estado de guías laterales.		
6.4	Realizar ajuste de tornillos y tuercas en general.		
6.5	Cambio de aceite de caja reductora.		

Fuente: elaboración propia.

#### **5.4 Diagnóstico e identificación de averías**

El operador deberá evaluar periódicamente las condiciones del equipo que opera, los puntos a evaluar por la operación son confiabilidad, capacidad y condición general.

La confiabilidad se refiere a que tan confiable es el equipo mientras está operando. Es decir, evaluar si el equipo está en las condiciones adecuadas para cumplir con la producción planificada.

La capacidad se refiere a la evaluación de la cantidad de unidades que puede producir el equipo.

La condición general se refiere a la evaluación de la apariencia y limpieza del equipo, su facilidad de operación y la seguridad de su operación.

La evaluación del equipo se hará de acuerdo con lo especificado en la Hoja de evaluación de maquinaria (tabla XXXVI)

Los parámetros para evaluar los puntos anteriores se encuentran en el formato de Análisis de condiciones del equipo (tabla XXXVII).

Tabla XXXVIII. **Evaluación de maquinaria**

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN		PÁGINA: 1/1
MANUAL DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL		FECHA: _____
<b>Hoja de evaluación de maquinaria</b>		Código: TPM-CNTRL002
Descripción del equipo: _____		
Código del equipo: _____	Evaluado por: _____	
Calificación: 1. Malo 2. Regular 3. Promedio 4. Bueno 5. Excelente		
<b>1. Confiabilidad</b>		<b>Calificación</b>
Comentarios:		
<b>2. Capacidad</b>		<b>Calificación</b>
Comentarios:		
<b>3. Condición general</b>		<b>Calificación</b>
Apariencia/Limpieza		
Facilidad de operación		
Seguridad ambiente		
Comentarios:		

Fuente: investigación de campo.



Tabla XXXIX. **Escala de calificación**

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN MANUAL DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL		
Análisis de condiciones del equipo		Código:
		TPM-CNTRL003
Escala de clasificación	Condición	Posibles acciones
1. MALO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muy difícil de operar</li> <li>• No confiable</li> <li>• Muy baja efectividad</li> <li>• No se ajusta a las tolerancias</li> <li>• No se hace mejoramiento</li> <li>• Inseguro de operar</li> <li>• Muy alta tasa de desechos</li> </ul>	<b>REQUIERE ACCIÓN INMEDIATA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconstruir</li> <li>• Iniciar Mant. Preventivo</li> <li>• Mejorar funcionamiento</li> <li>• Limpieza</li> <li>• Pintar</li> </ul>
2. REGULAR	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Casi aceptable</li> <li>• No es fácil de operar</li> <li>• Capacidad limitada</li> <li>• Sucio</li> <li>• Alta tasa de desechos</li> <li>• Muy poco Mant. Preventivo</li> </ul>	<b>REQUIERE ACCIÓN</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconstruir</li> <li>• Mejorar funcionamiento</li> <li>• Mejorar Mant. Preventivo</li> <li>• Limpieza</li> <li>• Mejorar inspecciones</li> </ul>
3. PROMEDIO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relativamente confiable</li> <li>• Se realiza Mant. Preventivo</li> <li>• Está en malas condiciones</li> <li>• Capacidad limitada</li> <li>• Efectividad promedio</li> <li>• Tasa de desechos promedio</li> </ul>	<b>REQUIERE ACCIÓN</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejorar funciones necesarias</li> <li>• Mejorar inspecciones</li> <li>• Mejorar Mant. Preventivo</li> <li>• Limpieza</li> </ul>
4. BUENO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maquina confiable</li> <li>• Buena apariencia</li> <li>• Muy poco desecho</li> <li>• Mantenimiento al día</li> <li>• Buena efectividad</li> <li>• Se ha realizado mejoramiento</li> </ul>	<b>POSIBLES ACCIONES</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ajustar Mant. Preventivo</li> <li>• Seguir inspeccionando equipos</li> <li>• Seguir limpiando y lubricando</li> <li>• Continuar mejora</li> <li>• Evitar deterioro</li> </ul>
EXCELENTE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perfecta condición</li> <li>• No hay desechos</li> <li>• Se ha mejorado equipo</li> <li>• No hay desperfectos ni fallas</li> <li>• Buen Mant. Preventivo</li> </ul>	<b>UTILIZAR DE EJEMPLO</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mostrar a clientes</li> <li>• Evitar deterioro</li> <li>• Registro de Mant. Preventivo</li> <li>• Mantener limpieza</li> </ul>

Fuente: TPM Online.

## **5.5 Evaluación del desempeño**

Es el proceso mediante el cual se determinan el rendimiento global de los empleados. La mayoría de empleados busca algún tipo de retroalimentación que los ayude a comprender mejor el trabajo que realizan. Por eso, un sistema de retroalimentación eficiente y sistemático puede ayudarlos de mejor manera. Por ello, cuando se realiza la evaluación es posible identificar qué empleados cumplen con lo esperado y quiénes no. Además, esto coadyuva en los procesos de reclutamiento, selección y orientación, ya que se buscarán características diferentes a las anteriores, cuando se contrate al nuevo personal.

El sistema debe poder validarse, debe ser confiable y efectivo. El enfoque se debe dirigir hacia la identificación de elementos que afecten el desempeño de los empleados.

### **5.5.1 Ventajas de la evaluación del desempeño**

- Mejora el desempeño, mediante la retroalimentación.
- Políticas de compensación: puede ayudar a determinar quiénes merecen recibir aumentos.
- Decisiones de ubicación: las promociones, transferencias y separaciones se basan en el desempeño anterior o en el previsto.
- Necesidades de capacitación y desarrollo: el desempeño insuficiente puede indicar la necesidad de volver a capacitar, o un potencial no aprovechado.
- Planeación y desarrollo de la carrera profesional: guía las decisiones sobre posibilidades profesionales específicas.

### 5.5.2 Metodología

Los métodos de evaluación basados en el desempeño tienen la ventaja de tratar algo que ya ocurrió y que, hasta cierto punto, puede ser medido. Su desventaja radica en la imposibilidad de cambiar lo que ocurrió. La técnica de evaluación en esta ocasión será:

Escalas de puntuación: en esta técnica el evaluador da a conocer una evaluación subjetiva sobre el desenvolvimiento del empleado. La base de esta evaluación es la opinión de la persona que otorga la calificación. Se establece una escala numérica de calificación para que esta información, después, sea cuantificable. El riesgo de este tipo de evaluación es la predisposición y prejuicio del evaluador hacia el empleado, ya que esto puede alterar la información y perjudicar los objetivos del proyecto.

Tabla XL. **Evaluación del desempeño**

MANUAL DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL				
DEPARTAMENTO DE PRODUCCION				
LINEA DE SEMISOLIDOS				
Evaluación del desempeño laboral				
Nombre operador:			Fecha:	
Código:			Área:	
<b>Escala de evaluación</b>				
<b>1.Malo</b>	<b>2.Regular</b>	<b>3.Regular</b>	<b>4.Muy bueno</b>	<b>5.Excelente</b>
<b>Desempeño laboral</b>				<b>Calificación</b>
Esfuerzo físico y mental				
Complejidad del trabajo				
Capacidad de mejoramiento				
Calidad del trabajo				
Disposición para el trabajo				
EVALUADO POR:			FIRMA:	

Fuente: investigación de campo.

Tabla XLI. **Desempeño laboral**

Esfuerzo físico y mental	Capacidad de concentración al desempeñar un trabajo físico, considerando el desgaste físico y mental.
Complejidad del trabajo	Capacidad de resolución de dificultades y eventuales durante el trabajo.
Capacidad de mejoramiento	Capacidad de superación del empleado y mejoramiento de su área de trabajo.
Calidad del trabajo	Capacidad de dominio, conocimiento, exactitud e interés en el cumplimiento de tareas y objetivos.
Disposición para el trabajo	Disposición física y mental para realizar de manera eficiente el trabajo.

Fuente: investigación de campo.

### **5.5.3 Entrevista de retroalimentación**

La comunicación de resultado de la calificación al empleado es un punto fundamental en el sistema de evaluación. No tiene objeto calificar y determinar una calificación si la persona evaluada no conoce su resultado. Es necesario darles a conocer las informaciones importantes y significativas acerca de su desempeño, para que puedan alcanzar los objetivos determinados para el proyecto. Esta comunicación se hace mediante la entrevista de evaluación del desempeño.

### **5.5.4 Difusión interna del proceso**

Una vez finalice la evaluación, se debe difundir para que, quienes integran la empresa la conozcan y se propicie la culturización, es decir, que la calificación del desempeño se tenga siempre presente en forma positiva, No debe interpretarse como una acción sin resultados, que se realiza solo por

cumplir. Entonces, en los trabajadores, se fomentará la idea de que este método de calificación se utilizará para su desarrollo personal, laboral y social, y que se basa en el conocimiento de lo que la empresa espera de ellos.

## **5.6 Monitoreo de procesos**

El monitoreo debe ser un proceso continuo y sistemático mediante el cual se verifiquen la eficacia y eficiencia del proyecto mediante la identificación de logros y debilidades. Para que el monitoreo sea exitoso, es recomendable adoptar medidas correctivas para optimizar los resultados esperados del proyecto. Para ello, es necesario establecer un sistema de información general donde se puedan identificar a los usuarios y los tipos de información según su prioridad, de manera que se puede vincular esta información con las necesidades de la planta. Los pasos a seguir para un correcto monitoreo son los siguientes:

- Agenda operativa
- Selección del *check-list*
- Realización del monitoreo (evaluación)
- Registro de resultados
- Retroalimentación
- Concentración de información



## CONCLUSIONES

1. El diagnóstico inicial en el cual se estudiaron las condiciones actuales de los equipos, los índices de efectividad de los mismos, y la eficiencia total de la línea de producción, permitió determinar la necesidad de mejorar los métodos actuales de mantenimiento ya que los resultados están por debajo de los esperados.
2. La propuesta de implementación inicial del sistema de TPM está estructurada con base en los pilares de mejoras enfocadas, mantenimiento autónomo, mantenimiento planificado, mantenimiento de calidad, prevención del mantenimiento, educación y entrenamiento, y seguridad e higiene.
3. Se diseñaron procedimientos, formatos de evaluación y manuales de mantenimiento que ayudarán a los operarios a mantener en óptimas condiciones la línea de producción y, progresivamente, reducir las pérdidas en la operación.
4. El uso de las herramientas, como listas de chequeo, procedimientos de limpieza y lubricación, en la línea de producción permitieron que la efectividad global de los equipos mejorará en un 11,53%, por lo que la implementación completa del programa sería factible y de gran beneficio para la empresa.

5. El mantenimiento autónomo propiciará que los operarios le den un seguimiento continuo al mantenimiento productivo total; las inspecciones periódicas y restauraciones planeadas fomentará que el operario haga del TPM una rutina en su trabajo.
6. Se encontraron oportunidades de mejora en el sistema actual de mantenimiento, pero las más relevantes fueron que el mantenimiento debe pasar de ser una función de apoyo a una función estratégica y sus metas deben figurar en el cuadro de los propósitos de la empresa. El cumplimiento de esas metas de mantenimiento requiere de una efectiva administración del programa.
7. El esquema de capacitación para dar a conocer el nuevo sistema se hará por medio de cursos, proyectos, capacitaciones en el desempeño del trabajo, seminarios con planes de aplicación inmediata e investigaciones.



## RECOMENDACIONES

1. Comprometer a la mayor parte de los departamentos y la alta dirección de la empresa para obtener mejores resultados en la línea de producción en estudio y en el resto de la planta.
2. Utilizar la estructura propuesta para la implantación del sistema de TPM como plataforma para la integración total de TPM en la el resto de las líneas de producción.
3. El grupo de trabajo en conjunto con el supervisor o jefe de producción actualizarán los formatos de evaluación, procedimientos listas de chequeo y manuales de mantenimiento, preferiblemente después de cada capacitación o presentación de resultados.
4. De acuerdo a los resultados obtenidos de la implantación inicial, se recomienda al Departamento de Producción continuar con la integración total del programa de TPM dentro de la línea para que esta vuelva a operar en óptimas condiciones.
5. Capacitar al personal del grupo de trabajo para que sepan cómo leer y conocer los manuales diseñados para TPM y los manuales de los equipos, ya que los ayudarán en cualquier momento y serán otra herramienta para fortalecer el mantenimiento autónomo que se brinde a los equipos.

6. Mantener un ambiente de liderazgo dentro del grupo de trabajo, respeto total a las contribuciones de cada individuo, reconocer la importancia de cada participante, trabajar en equipo y, la más importante, sustituir el concepto de autoridad dentro del liderazgo.
  
7. Solicitar equipo de oficina para llevar un mejor control y registro de material de capacitaciones, documentos, manuales, procedimientos y otras actividades que realice el equipo de trabajo.

## BIBLIOGRAFÍA

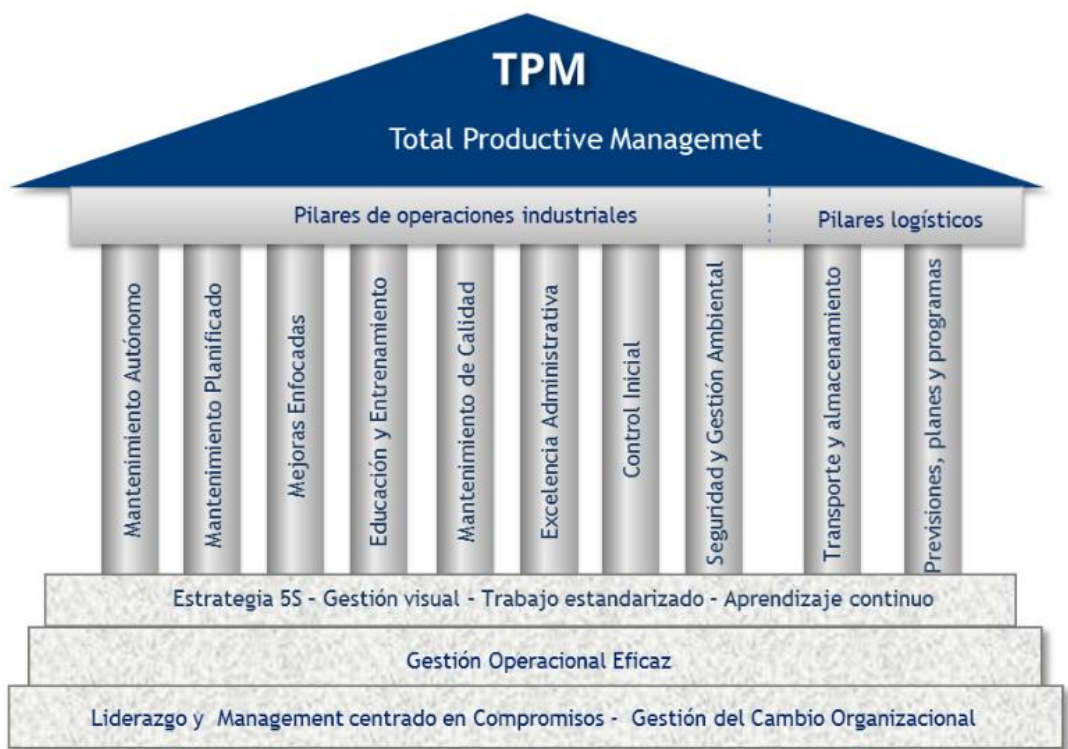
1. ÁVILA SÁNCHEZ, Carlos Alejandro. *Análisis, estructuración organizacional e introducción de mantenimiento total productivo (TPM) para el departamento de troqueles de Litografía Zadik, S. A.* Trabajo de graduación de Ing. Mecánico Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 205 p.
2. BARBOZA CASTILLO, Karina Paola. *Diseño de un programa de mantenimiento productivo total (TPM) en el área de conversión de la empresa Cellux colombiana S. A.* Trabajo de graduación de Licda. en Administración Industrial. Universidad de Cartagena, Facultad de Ciencias Económicas, 2006. 184 p.
3. DOUNCE, Enrique, *La productividad en el mantenimiento industrial*, Grupo Editorial Patria, México 2007. 350 p.
4. Enciclopedia TPM [en línea]. <<http://www.apsoluti.com/direccionindustrial/di/enciclopedia/index.html#8-9>>. [Consulta: Noviembre 2015].
5. GUTIÉRREZ, Humberto. *Calidad total y productividad*. 3a ed. México: McGraw Hill, 2010. 363 p.
6. HERMAN, Herberth. *Diseño e implementación del mantenimiento productivo total (TPM) en el departamento de mantenimiento, Foremost Dairies de Guatemala, S.A.* Tesis Ing. Mecánica

Industrial. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006. 144 p.

7. MOLINA CASTILLO, Guillermo Rolando. *Aplicación de los fundamentos del mantenimiento productivo total (TPM) a las líneas de costura de una planta de producción de una empresa dedicada a la confección de pantalones*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánico Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2005. 130 p.
8. REY SACRISTÁN, Francisco, *Mantenimiento total de la producción (TPM): Proceso de implantación y desarrollo*. España: Fundación Confemetal., 349 p.
9. TORRES, Leandro Daniel. *Mantenimiento, su implementación y gestión*. Argentina: Universitas, 2a ed. , 2005. 350 p.
10. VELÁSQUEZ ESTRADA, María Alejandra. *Propuesta para la implementación de un sistema de Mantenimiento productivo total (TPM) para eficientizar las Operaciones del proceso productivo en la línea de Producción de bebidas carbonatadas en la fábrica de Gaseosas Salvavidas S.A*. Tesis Ing. Industrial. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2010. 164p

# ANEXOS

## Anexo 1. Pilares del mantenimiento productivo total



Fuente: *Centro de conocimiento TPM*. <http://ceroaverias.com/centroconocimiento.html>.

Consulta: noviembre 2015.

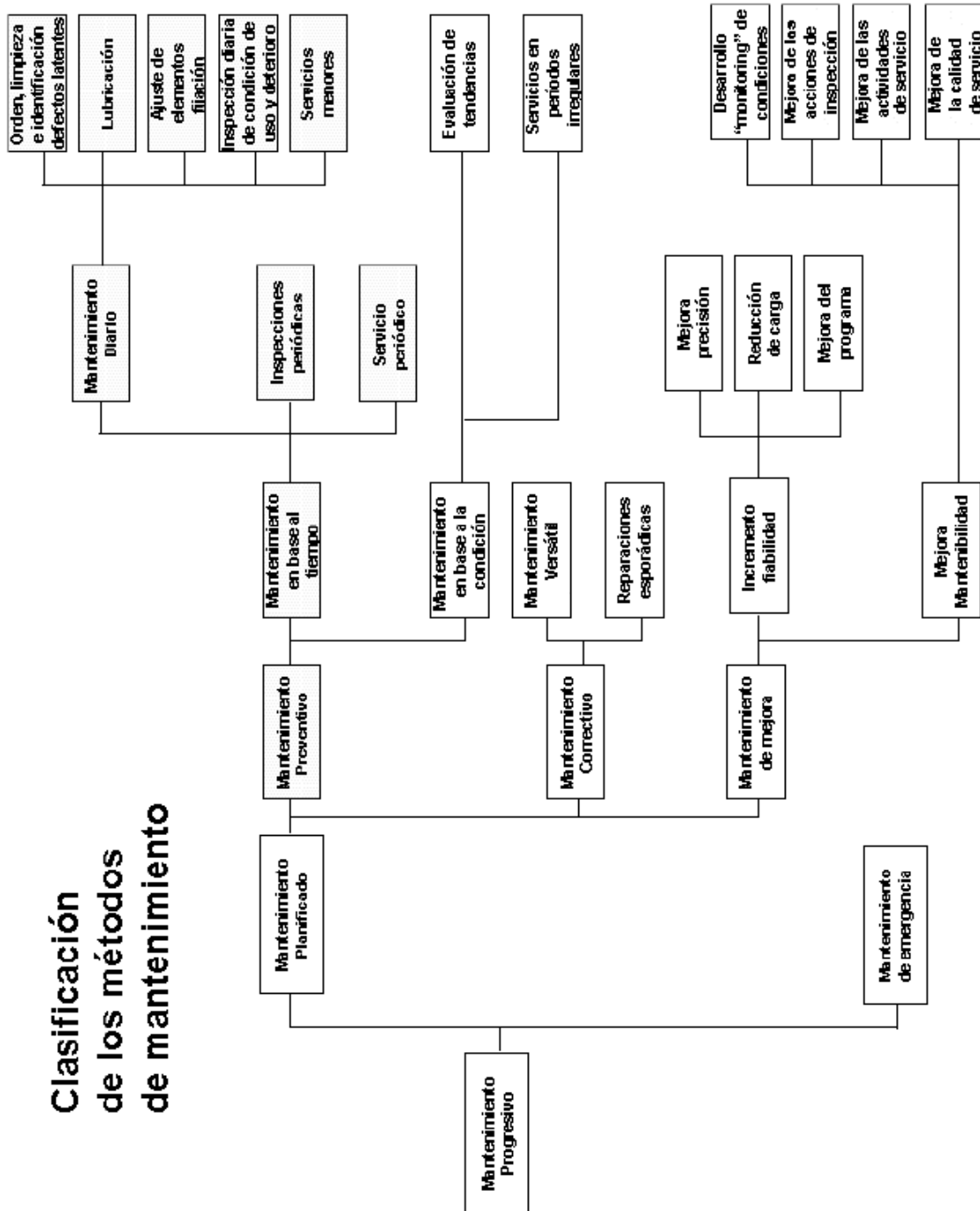
Anexo 2. **Proceso de puesta en marcha de TPM**

Fases	Etapas	Descripción
Iniciación	1	Decidir la implementación (la toma de decisión por parte de la dirección de la empresa)
	2	Informar y formar a todos los cuadros de la empresa
	3	Poner en marcha una estructura de comando
	4	Diagnosticar la situación de cada una de las áreas
	5	Elaborar un programa
Desarrollo	6	Poner en marcha el programa
	7	Analizar y eliminar las causas de fallas
	8	Desarrollar el mantenimiento autónomo
	9	Desarrollar el mantenimiento programado/optimizar
Perpetuidad	10	Mejorar la técnica
	11	Integrar experiencias en la concepción de nuevas máquinas
	12	Validar el TPM

Fuente: TORRES, Leandro. *Mantenimiento, su implementación y gestión.*

Pag.184.

### Anexo 3. Clasificación de los métodos de mantenimiento



Fuente: Instituto Internacional de TPM. <http://www.tpm-institute.com/es/>. Consulta

Noviembre 2015

