



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
PROPUESTA TECNOLÓGICA

**“PLAN DE MANTENIMIENTO EN LA LÍNEA DE EMPACADO DE LECHE DE LA
EMPRESA PARMALAT”**

Proyecto de Titulación presentado previo a la obtención del Título
de Ingeniero Industrial.

Autor:

Quinatoa Arias Diego Ivan

Tutor:

Ing. Tello Cóndor Ángel Marcelo

Latacunga – Ecuador

Febrero 2019



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo **Diego Ivan Quinatoa Arias** declaro ser autor de la presente Propuesta Tecnológica: **“Plan de mantenimiento en la línea de empacado de leche de la empresa PARMALAT”**, siendo el Ingeniero MSc. **Ángel Marcelo Tello Córdor** tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la **Universidad Técnica de Cotopaxi** y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, febrero de 2019



Diego Ivan Quinatoa Arias

C.I. 050356611-9



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Ingeniería
Industrial

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“Plan de mantenimiento en la línea de empacado de leche de la empresa PARMALAT”, de **QUINATOA ARIAS DIEGO IVAN**, de la carrera de Ingeniería Industrial, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, febrero de 2019

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Ángel Marcelo Tello Córdor', written over a horizontal line.

Ing. Msc. Ángel Marcelo Tello Córdor
C.C. 050151855-9



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Ingeniería
Industrial

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADA; por cuanto, el postulante: **Diego Ivan Quinatoa Arias** con el título de Proyecto de titulación: **“Plan de mantenimiento en la línea de Empacado de leche de la empresa PARMALAT”** han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, febrero de 2019

Para constancia firman:

Lector 1 (Presidente)
Nombre: Ing. MSC. Xavier Espín
CC: 050226936-8

Lector 2
Nombre: MSC. Ángel Hidalgo
CC: 050325740-4

Lector 3
Nombre: Msc. Ángel Esquivel
CC: 050222725 -9

PARMALAT DEL ECUADOR S.A.

AVAL DE IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

En calidad de jefe de **Mantenimiento Parmalat del Ecuador s.a.** avalo que el proyecto de propuesta tecnológica con el título: **PLAN DE MANTENIMIENTO EN LA LÍNEA DE EMPACADO DE LECHE DE LA EMPRESA PARMALAT.** De auditoría del postulante: **QUINATOA ARIAS DIEGO IVAN** con la cédula de identidad No. **050356611-9** de la Carrera de Ingeniería Industrial, cumple con los requerimientos metodológicos y aportes que requiera la empresa para una mejora en su proceso productivo en la línea de empaque de leche de un litro de la empresa Parmalat.


.....
Parmalat del Ecuador S.A.
R.U.C. 0530096951001
Logística
Xavier Tapia

JEFE DE MANTENIMIENTO PARMALAT DEL ECUADOR S.A.



AGRADECIMIENTO

La presente propuesta tecnológica es el resultado de todo el esfuerzo conseguido a lo largo de mis estudios dentro de la carrera de Ingeniería Industrial agradezco a mi familia por su constante apoyo y sustento.

A mis docentes durante toda mi carrera profesional porque han permitido un crecimiento académico y personal.

Diego

DEDICATORIA

A mi familia quienes son y serán un pilar fundamental dentro de mi vida con su apoyo, consejos y confianza me inspiran a seguir adelante.

A mis amigos más cercanos por ser mis enseñanzas ya que son una guía que me inculca a lograr nuevos objetivos.

Diego

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACION	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	iii
AVAL DE IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA TÉCNOLOGICA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
DEDICATORIA	vii
ÍNDICE DE CONTENIDO	viii
Índice de Figuras	xiv
RESUMEN	xvi
Abstract	xvii
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA	2
2.1. Título de la propuesta tecnológica	2
2.2. Tipo de propuesta alcance	2
2.3. Área del conocimiento	2
2.4. Sinopsis de la propuesta tecnológica	2
2.5. Objeto de estudio y campo de acción.....	2
2.5.1. Objeto de estudio:	2
2.5.2. Campo de acción:.....	2
2.6. Situación problemática y problema:	2
2.6.1. Situación problemática.....	2
2.6.2. Problema.....	3
2.7. Hipótesis.....	3
2.8. Objetivos	3
2.8.1. Objetivo general.....	3
2.8.2. Objetivos específicos	3
2.9. Descripción de las actividades y tareas propuestas con los objetivos establecidos	4
3. MARCO TEÓRICO.....	5
3.1. Introducción del plan de mantenimiento	5
3.2. La Primera Generación.....	6
3.3. La Segunda Generación.	6
3.4. La Tercera Generación.	6

3.5.	Ubicación de la Empresa Parmalat	8
3.6.	Visión de la Empresa Parmalat	8
3.7.	Misión de la Empresa Parmalat	8
3.8.	El Mantenimiento Preventivo	8
3.9.	Análisis del Mantenimiento.....	9
3.9.1.	Análisis de situaciones.	9
3.9.2.	Análisis de problemas.	10
3.9.3.	Análisis de decisiones.	10
3.9.4.	Análisis de problemas potenciales.	10
3.9.5.	Mantenimiento preventivo.	10
3.9.6.	Cuando el mantenimiento es aplicado correctamente, produce los siguientes beneficios:	11
3.10.	Objetivos del Mantenimiento Preventivo.....	13
3.10.1.	Evitar las paradas de máquinas por avería	13
3.10.2.	Evitar anomalías causadas por un mantenimiento insuficiente y minimizar la gravedad de las averías.....	13
3.10.3.	Conservar toda la maquinaria en condiciones óptimas de seguridad y productividad	13
3.10.4.	Alcanzar o alargar la vida útil de los bienes productivos.....	14
3.10.5.	Innovar, tecnificar y automatizar el proceso productivo.....	14
3.11.	Ventajas y desventajas del Mantenimiento Preventivo.....	14
3.11.1.	Ventajas.....	14
3.11.2.	Desventajas.....	14
3.12.	Funciones del mantenimiento	14
3.13.	Importancia del mantenimiento para la industria	15
3.13.1.	Diferencia entre la filosofía y los sistemas de mantenimiento	16
3.13.2.	Máquinas, mantenimiento e industria	17
3.14.	Labores de Mantenimiento	18
3.15.	Un modelo para desarrollar de un sistema	18
3.16.	La filosofía del RCM, emplea las técnicas del Mantenimiento Preventivo	19
3.16.1.	Método Modo y Efecto de Falla (FMEA)	19
3.16.2.	Fallas Funcionales.....	20
3.16.3.	Modos de Fallas:.....	20
3.16.4.	Jerarquización de Criticidad	20
3.17.	Conceptualizaciones más usadas del Mantenimiento.	23
3.17.1.	Concepción Estratégica de mantenimiento	23

3.17.2.	Caso de Mantenimiento Industrial.....	23
3.17.3.	Formas más adecuadas de Mantenimiento Preventivo	23
3.18.	Variables del mantenimiento.....	24
3.18.1.	La Fiabilidad.....	24
3.18.2.	La Disponibilidad	25
3.18.3.	La Mantenibilidad.....	25
3.18.4.	La Seguridad.....	25
3.19.	Integración del mantenimiento en el contexto productivo	26
3.20.	Políticas y acciones del mantenimiento	26
3.21.	Requerimientos.....	28
3.21.1.	La demanda por servicios de mantenimiento	28
3.21.2.	Planificación de los trabajadores:.....	28
3.21.3.	Programación de trabajos:.....	28
3.21.4.	Ejecución del trabajo:.....	28
3.21.5.	Finalización de trabajo de la Máquina Empacadora de leche de un litro:	29
3.21.6.	Pruebas de la Máquina Empacadora de Leche de un Litro:.....	29
3.22.	Efectividad del plan de mantenimiento	29
3.22.1.	Identificación de las fallas funcionales:.....	29
3.22.2.	Efectividad del plan de mantenimiento.....	30
3.22.3.	Mantenimiento periódico:.....	30
3.22.4.	Mantenimiento por condición:.....	30
3.22.5.	Ingeniería de confiabilidad:.....	30
3.23.	El FMEA	31
3.23.1.	Caracterización general del FMEA definición del análisis de modos de falla y efectos.....	32
3.23.2.	Propósitos del método FMEA	32
3.23.3.	Análisis de resultados RPN (Número Prioritario de Riesgo).....	33
3.23.4.	Cálculo del RPN (Número Prioritario de Riesgo)	33
4.	METODOLOGÍA	33
4.1.	Pasos para el desarrollo de la hoja de cálculo de FMEA y RPN.....	33
4.2.	Los beneficios de FMEA.....	33
4.3.	Valor del RPN.....	34
4.4.	RPN.....	36
4.5.	Probabilidad u Ocurrencia	37
4.6.	Detectabilidad u Detección:	38

4.7.	Descripción de la hoja de trabajo	39
4.7.1.	Etapa 1:.....	39
4.7.2.	Etapa 2:.....	40
4.8.	Método FMEA.....	40
4.8.1.	El FMEA	40
4.9.	Procesos del empaclado de leche de un litro en la empresa Parmalat	41
4.9.1.	Cómo efectuar un mantenimiento preventivo efectivo en el área de empaque de leche de un litro.....	42
4.9.2.	Mensaje de proceso.....	42
4.10.	Mensajes de Error	44
4.11.	Equipo opcional	47
4.12.	Localización y reparación de averías.	48
4.13.	Mantenimiento.....	49
4.13.1.	Envasadora aséptica de bolsa EA 6000 LL.....	50
5.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	52
5.1.	Resultados del estudio de los tiempos.....	60
5.2.	Propuesta	61
5.2.1.	Máquina ELECSTER 6000	61
5.2.2.	Manual de Mantenimiento de Máquina ELECSTER 6000	63
5.2.3.	Mantenimiento preventivo Pre esterilizador	64
5.2.4.	Mantenimiento preventivo del lavado aséptico intermedio.	66
5.2.5.	Mantenimiento preventivo de gabinetes de lámpara UV	68
5.2.6.	Mantenimiento preventivo de gabinetes de sellado.....	70
5.2.7.	Mantenimiento preventivo de sistema de alimentación del producto.....	72
5.2.8.	Mantenimiento preventivo del gabinete de transmisión	74
5.2.9.	Mantenimiento preventivo del gabinete de transformador	76
5.2.10.	Mantenimiento preventivo del gabinete de neumático	78
5.2.11.	Mantenimiento preventivo de las tuberías de producto de aire	80
5.3.	Comprobación de la eficiencia en la hipótesis	82
5.4.	Paros en la Máquina ELECTERS 6000	85
6.	PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE IMPACTOS	86
6.1.	Presupuesto.....	86
6.2.	Análisis de Impactos	86
6.2.1.	Impacto a la Producción.	86
6.2.2.	Impacto en el Ambiente.	87

6.2.3.	Impacto en la operatividad.	87
6.2.4.	Impacto en la planificación.	87
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	88
7.1.	Conclusiones.....	88
7.2.	Recomendaciones	88
8.	REFERENCIAS.....	89
9.	ANEXOS	91

Índice de Tablas

Tabla 1: Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos planteados	4
Tabla 2: Jerarquización de criticidad	20
Tabla 3: Efecto de severidad	36
Tabla 4: Probabilidad de fallo	37
Tabla 5: Probabilidad de detección.....	38
Tabla 6: Mensaje de Proceso.....	43
Tabla 7: Mensaje de Error.....	44
Tabla 8: Mensaje de error de la pantalla	46
Tabla 9: Equipo opcional	47
Tabla 10: Localización de averías	48
Tabla 11: Limpieza y esterilización.....	50
Tabla 12: Interpretación Pregunta 1.....	52
Tabla 13: Interpretación Pregunta 2.....	53
Tabla 14: Interpretación Pregunta 3.....	54
Tabla 15: Interpretación Pregunta 4.....	55
Tabla 16: Interpretación Pregunta 5.....	56
Tabla 17: Tabla de resultados finales matriz FMEA	57
Tabla 18: Características de la máquina ELECSTER 6000.....	61
Tabla 19: Comprobación de la eficiencia de la hipótesis.....	82
Tabla 20: Tiempo estándar Actual vs mejora.....	82
Tabla 21: Producción actual vs mejora	83
Tabla 22: Paras en la Máquina ELECSTER 6000.....	85
Tabla 23: Presupuesto de la propuesta tecnológica	86

Índice de Figuras

Figura 1: Ubicación de la Empresa Parmalat	8
Figura 2: Mantenimiento Preventivo	9
Figura 3: Análisis y sistemas de diseño de mantenimiento	22
Figura 4: Esquema para el desarrollo de la estrategia de mantenimiento.....	22
Figura 5: Organigrama De Mantenimiento	24
Figura 6: Variables Del Mantenimiento	25
Figura 7: Mantenimiento en el costo productivo.....	26
Figura 8: Objetivo del mantenimiento preventivo.....	27
Figura 9: Etapas en el proceso de mantenimiento	27
Figura 10: Pasos para desarrollar la hoja de cálculo FMEA y RPN.....	33
Figura 11: Descripción de la hoja de trabajo	39
Figura 12: Proceso del empaclado de leche de un litro	41
Figura 13: Interpretación de la respuesta Pregunta 1.....	52
Figura 14: Interpretación de respuestas Pregunta 2.....	53
Figura 15: Interpretación de respuestas Pregunta 3.....	54
Figura 16: Interpretación de respuestas Pregunta 4.....	55
Figura 17: Interpretación de respuestas Pregunta 5.....	56
Figura 18: Máquina ELECSTER 6000.....	61
Figura 19: Paras de la máquina Elecster 6000	85

Índice de gráficos

Ilustración 1: funcionamiento del PLC con su respectiva programación.....	92
Ilustración 2: Mantenimiento de sus engranajes de la máquina empacador de leche.....	92
Ilustración 3: Estado de la maquina en funcionamiento.....	93
Ilustración 4: Programación para imprimir los empaques.....	93
Ilustración 5: Químico desinfectante para envoltura para el empacado de leche	94
Ilustración 6: Limpieza de mordazas.....	94
Ilustración 7: Envoltura para la producción y empacado de leche de un litro.....	95
Ilustración 8: Mordasas en perfecto estado para el sellado de la leche de un litro	95
Ilustración 9: Proceso de envasado de leche de un litro.....	96
Ilustración 10: bobinas en perfecto estado para la producción del empacado de leche.	96
Ilustración 11: Empaques pasando por las bobinas de empacado de leche.	97

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADA

TÍTULO: “PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA LÍNEA DE EMPACADO DE LECHE EN LA EMPRESA PARMALAT”

AUTOR:

Diego Ivan Quinatoa Arias

RESUMEN

La falta de un mantenimiento preventivo en la línea de empaçado impulsó al siguiente estudio que está desarrollado en un plan de mantenimiento preventivo para evaluar y corregir las posibles fallas que se presenten constantemente en el proceso de empaque de leche en PARMALAT S.A. LASSO: ubicada en la Panamericana Norte Km 20 Sector Lasso Centro. La presente investigación manejó el método descriptivo, es decir que la información fue recolectada sin cambiar el entorno y se basó en la recolección de información por encuestas, entrevistas, fichas técnicas, que admitieron un posterior análisis de la situación. Al no existir un mantenimiento preventivo en el área de empaçado de leche de un litro, por el déficit de la Gestión Técnica, como lo expresa la comunidad trabajadora al indicar que poco conocen sobre el tema, por esta razón no se cumplen las medidas del plan de mantenimiento preventivo. Al aplicar el plan de mantenimiento preventivo se contribuyó con una gestión técnica más eficiente ya que se utilizó el método de Análisis de Modo de Falla y Efecto, mejor conocido como FMEA por las siglas en inglés de Failure Mode Analysis and Effects es una herramienta simple, versátil y poderosa que ayuda al inspector encargado a identificar los defectos en el proceso que deberían ser eliminados o reducidos. La meta del FMEA es la de diseñar los pasos del proceso que están en riesgo de contribuir a la solución de una falla, se inicia esta estrategia con el fin de reducir pérdidas representativas en el producto terminado, costos de operación, costos de tratamientos a través de seguimiento de las actividades que se realizan en la línea de empaque. La implementación de un plan de mantenimiento preventivo permitirá a la organización explicar su compromiso hacia todas las partes interesadas en la misma y no solo hacia el cliente. Pues un plan de mantenimiento preventivo mejora la producción y evita que no se afecte la línea de producción continua.

Palabras claves:

Mantenimiento preventivo, FMEA, Ficha de mantenimiento preventivo.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

TITLE: "MAINTENANCE PLAN FOR THE MILK PACKAGING LINE IN THE PARMALAT COMPANY"

Author:

Diego Ivan Quinatoa Arias

Abstract

The lack of preventive maintenance in the packing line is the reason for the following study that is developed in a preventive maintenance plan to evaluate and correct possible failures present constantly in the process of packaging milk in PARMALAT SA LASSO: located in the North Panamericana Km 20 Sector central Lasso. The present research used the descriptive method, that is, the information was collected without changing the environment and was based on the collection of information by surveys, interviews, technical data sheets, which admitted a later analysis of the situation. In the absence of preventive maintenance in the area of one liter of milk packaging, due to the Technical Management Deficit, as expressed by the working community by indicating that they know little about the subject, for this reason the plan measures are not met of preventive maintenance. When applying the preventive maintenance plan, it was provided with a more efficient technical management since the Failure and Effect Mode Analysis method, better known as FMEA, was used. Failure Mode Analysis and Effects is a simple tool, versatile and powerful that helps the team or inspector in charge to identify the defects in the process that should be eliminated or reduced. The goal of the FMEA is to delineate the steps of the process that are at risk of contribute to the solution of a fault, this is strategy is starting in order to reduce representative losses in the finished product, operating costs, treatment costs through monitoring of the activities carried out in the packaging line. The implementation of a preventive maintenance plan will allow the organization to demonstrate its commitment towards all the interested parties in the same and not only towards the client. Well, a preventive maintenance plan improves production and prevents the continuous production line from being affected.

Keywords:

Preventive maintenance, FMEA, Preventive maintenance sheet.



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente de la carrera de inglés de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentando por el señor Egresado de la Carrera de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas: **QUINATO ARIAS DIEGO IVAN**, cuyo título versa “**PLAN DE MANTENIMIENTO EN LA LÍNEA DE EMPACADO DE LECHE DE LA EMPRESA PARMALAT**” lo realizo bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga 23 de enero de 2019

Atentamente,

Lic.M.Sc. Sonia Jimena Castro Bungacho
DOCENTE DE LA CARRERA DE INGLES
C.C. 050197472-9



CENTRO
DE IDIOMAS

1. INFORMACIÓN GENERAL

Propuesto por:

Quinatoa Arias Diego Ivan

Ing. MSc. Ángel Marcelo Tello Córdor

Nombre completo del estudiante:

Quinatoa Arias Diego Iván

Tema aprobado:

"Plan de mantenimiento en la línea de empacado de leche de la empresa Parmalat"

Carrera:

Ingeniería Industrial

Director del proyecto de titulación:

Ing. MSc. Ángel Marcelo Tello Córdor

Equipo de trabajo:

Quinatoa Arias Diego Iván

Ing. MSc. Ángel Marcelo Tello Córdor

Lugar de ejecución:

Sierra, Cotopaxi, Latacunga, Lasso

Tiempo de duración del proyecto:

Octubre 2017 - Agosto del 2018

Fecha de entrega:

Febrero del 2019

Línea y sub líneas de investigación a las que se asocia el proyecto:

Línea de Investigación

La línea de investigación de la Universidad Técnica de Cotopaxi con la que se relaciona el proyecto es la de Procesos Industriales. Esta línea está enfocada en desarrollar tecnologías y procesos que permitan mejorar el rendimiento productivo fomentando la producción industrial (Dirección de Investigación - UTC, 2016).

Sub líneas de investigación de la Carrera:

En la Carrera de Ingeniería Industrial la línea de Investigación con la que se relaciona nuestro proyecto es la de Administración y Gestión de la Producción haciendo referencia al Mantenimiento y Confiabilidad de la Producción Industrial.

Tipo de propuesta tecnológica:

Tecnología de un plan de mantenimiento para la línea de Empacado

2. DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

2.1. Título de la propuesta tecnológica

"Plan de Mantenimiento en la línea de Empacado de leche de la Empresa Parmalat"

2.2. Tipo de propuesta alcance

Productivo: Generará mejores resultados en la Línea de Empacado

2.3. Área del conocimiento

3310 Ingeniería Industrial

3313 Tecnología e Ingeniería Mecánicas

2.4. Sinopsis de la propuesta tecnológica

La empresa Parmalat está ubicada en la Provincia de Cotopaxi en la panamericana norte Km 20 sector Lasso centro en la cual se va realizar la implementación de un plan de mantenimiento preventivo que permitirá a la organización, demostrar su compromiso hacia todas las partes interesadas en la misma y no solo hacia el cliente. Con esta propuesta habrá un mayor incremento en la producción sin afectar la línea de producción continua.

2.5. Objeto de estudio y campo de acción

2.5.1. Objeto de estudio:

Línea de Empacado de leche de la empresa Parmalat

2.5.2. Campo de acción:

Plan de Mantenimiento preventivo en la maquina ELECSTER 6000

2.6. Situación problemática y problema:

2.6.1. Situación problemática

El problema es el déficit de la Gestión Técnica en relación con mantenimiento en el área de empackado, el estudio que se realiza después de una identificación y evaluación con el método FMEA ayudó a Identificar las formas en las que el proceso puede fallar para cumplir con los requerimientos críticos del cliente.

Un plan de mantenimiento preventivo en la línea de empackado de leche, mejoraría la eficiencia y funcionamiento de la producción, se determina mediante el análisis investigativo que hay daños en el producto terminado junto con ello pérdidas económicas para la empresa, causando perjuicios al consumidor final como beneficiarios indirectos y directos tanto al gerente de la planta y a los empleados. La estrategia para aplicar el plan de mantenimiento preventivo: Es la inspección externa rutinaria de toda la máquina de la línea de empaque de la leche de un litro, inspección interna periódica y mantener un sistema de registro.

2.6.2. Problema

En la empresa Parmalat ubicada en la provincia de Cotopaxi sector Lasso centro, mediante el uso de la técnica de la encuesta y la observación se ha evidenciado un déficit en la línea de producción de empaçado de leche de un litro debido al poco interés al momento de realizar un mantenimiento preventivo a la maquina ELECSTER 6000 trayendo como consecuencias la baja producción en el empaque del producto.

La presente propuesta se basa en la herramienta FMEA la cual mediante ingreso de datos hipotéticos me permite conocer el estado de las piezas que componen la maquinaria, determinado así su estado y calidad de las piezas actuales para posteriormente tomar decisiones para el cambio de las mismas.

2.7. Hipótesis

Si se realiza un plan de mantenimiento en la máquina elecster 6000 con requerimiento y metodologías adecuadas se podrá verificar la eficiencia en el proceso de empaçado de leche de un litro de la empresa Parmalat

2.8. Objetivos

2.8.1. Objetivo general

- Realizar un plan de mantenimiento en el proceso de empaçado de leche para mejorar la productividad en la empresa Parmalat en el periodo 2018.

2.8.2. Objetivos específicos

- Analizar el estado actual de la máquina de empaçado de leche de un litro (ELECSTER 6000).
- Seleccionar el tipo de mantenimiento para la maquinaria con sus respectivos análisis de mejoramiento.
- Elaborar un plan de mantenimiento para la máquina de empaçado de leche de un litro con el método de FMEA para mejorar la gestión técnica.

2.9. Descripción de las actividades y tareas propuestas con los objetivos establecidos

Tabla 1: Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos planteados

Objetivos específicos	Actividad	Resultado de la actividad	Descripción de la actividad
Objetivo 1	Mediante la aplicación de instrumento de investigación como la observación, encuesta y fichas de mantenimiento se obtuvo información suficiente sobre el estado actual de la máquina	Se identificó que el estado actual de la máquina tiene un daño progresivo debido al mantenimiento incorrecto que se le daba a la maquinaria	En la ficha de Mantenimiento se realizó la identificación de las posibles fallas, causas y efectos de la máquina ELECSTER 6000.
Objetivo 2	Investigar los tipos de mantenimiento que se pueden aplicar en la máquina ELECSTER 6000	Se determinó que el mantenimiento más efectivo para la máquina es el mantenimiento preventivo ya que ayuda a mejorar la productividad de la empresa	Se indagó mediante fuentes bibliográficas esto nos permitió conocer el mantenimiento que se va aplicar a la máquina
Objetivo 3	En base a todas las fallas encontradas en el proceso de la línea de empacado de la leche de 1 litro se realizó un plan de mantenimiento preventivo con la ayuda de la FMEA para mejorar la gestión Técnica.	Se realizó con éxito el plan de mantenimiento preventivo en la máquina empacadora de la leche de un litro.	Se realizó el mantenimiento preventivo con el uso de la herramienta FMEA.

Elaborado por: El Autor

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Introducción del plan de mantenimiento

El mantenimiento es el conjunto de acciones y/o intervenciones que se llevan a cabo en un equipo de trabajo para conservarlo en condiciones óptimas de productividad y seguridad.

La seguridad de un puesto de trabajo y el mantenimiento que se lleve a cabo en los equipos de trabajo que lo componen están directamente relacionados. Durante los últimos veinte años, el mantenimiento ha cambiado, quizá más que cualquier otra disciplina. Estos cambios se deben principalmente al importante aumento en número y variedad de los activos físicos (plata, equipamiento, edificaciones) que deben ser mantenidos en todo el mundo, diseños más complejos, nuevos métodos de mantenimiento, y una óptica cambiante en la organización del mantenimiento y sus responsabilidades. El mantenimiento también está respondiendo a expectativas cambiantes. Éstas incluyen una reciente toma de conciencia para evaluar hasta qué punto las fallas en los equipos afectan la seguridad y al medio ambiente; conciencia de la relación entre el mantenimiento y la calidad del producto, y la presión de alcanzar una alta disponibilidad en la planta y mantener controlado el costo.

Estos cambios están llevando al límite las actitudes y habilidades en todas las ramas de la industria. El personal de mantenimiento se ve obligado a adoptar maneras de pensar completamente nuevas, y actuar como ingenieros y como gerentes. al mismo tiempo las limitaciones de los sistemas de mantenimiento se hacen cada vez más evidentes, sin importar cuánto se hayan informatizado. En función del alcance de los puntos comprobados, de la frecuencia con que se realiza el mantenimiento o de si se efectúa por avería o por revisión preventiva habrá más o menos posibilidades de que se produzca un accidente. [1]

El mantenimiento está basado en la inspección para determinar el estado y operatividad de los equipos, mediante el conocimiento de valores de variables que ayudan a descubrir el estado de operatividad; esto se realiza en intervalos regulares para prevenir las fallas o evitar las consecuencias de las mismas. [2]El Mantenimiento de un equipo o maquinaria está basado en un conjunto de actividades primordiales que ayudan a detectar fallas, irregularidades o cualquier tipo de anormalidad dentro de la operación del mismo con el fin de prevenir y evitar daños futuros. Frente a esta sucesión de grandes cambios, los gerentes en todo el mundo están buscando un nuevo enfoque para el mantenimiento. Buscan en cambio una estructura estratégica que sintetice los nuevos desarrollos en un modelo coherente, para luego evaluarlo y aplicar el que mejor satisfaga sus necesidades y las de la empresa. Desde la década del '30 se puede seguir el rastro de la evolución del mantenimiento a través de tres generaciones.

3.2. La Primera Generación.

La Primera Generación cubre el período que se extiende hasta la Segunda guerra Mundial. En estos días la industria no estaba altamente mecanizada, por lo que el tiempo de parada de máquina no era de mayor importancia. Esto significaba que la prevención de las fallas en los equipos no era una prioridad para la mayoría de los gerentes. A su vez la mayor parte de los equipos era simple, y una gran cantidad era sobredimensionada. Esto los hacía confiables y fáciles de reparar. Como resultado no había necesidad de un mantenimiento sistemático más allá de una simple rutina de limpieza, servicio y lubricación.

3.3. La Segunda Generación.

Durante la Segunda Guerra Mundial todo cambió drásticamente. La presión de los tiempos de guerra aumentó la demanda de todo tipo de bienes, al mismo tiempo que decaía abruptamente el número de trabajadores industriales. Esto llevó a un aumento en la mecanización. Ya en los años 50 había aumentado la cantidad y complejidad de todo tipo de máquinas, y la industria estaba empezando a depender de ellas.

Al incrementarse esta dependencia, se centró la atención en el tiempo de parada de máquina. Esto llevó a la idea de que las fallas en los equipos deberían ser prevenidas, llegando al concepto de Mantenimiento Preventivo. En la década del sesenta se practicaron principalmente reparaciones mayores a intervalos regulares prefijados.

El costo del mantenimiento comenzó a elevarse rápidamente en relación a otros costos operacionales. Esto llevó al crecimiento de sistemas de planeamiento y control del mantenimiento. Estos ciertamente ayudaron a tener el mantenimiento bajo control y han sido establecidos como parte de la práctica del mantenimiento.

Por último, la suma de capital ligado a activos fijos junto con un elevado incremento en el costo del capital, llevó a la gente a buscar la manera de maximizar la vida útil de estos activos/bienes.

3.4. La Tercera Generación.

Desde mediados de la década del setenta el proceso de cambio en la industria ha adquirido aún más impulso. Los cambios han sido clasificados en: nuevas expectativas, nuevas investigaciones, y nuevas técnicas.

El tiempo de parada de máquina siempre ha afectado la capacidad de producción de los activos físicos al reducir la producción, aumentar los costos operacionales, e interferir con el servicio al cliente. En las décadas de los sesenta y setenta esto ya era una preocupación en las áreas de minería, manufacturas y transporte.

En la manufactura los efectos del tiempo de parada de máquina fueron agravados por la tendencia mundial hacia sistemas "just in time" donde los reducidos inventarios de material en proceso hacen que una pequeña falla en un equipo probablemente hiciera parar toda la planta. Una mayor automatización también significa que más y más fallas afectan nuestra capacidad de mantener parámetros de calidad satisfactorios. Esto se aplica tanto para parámetros de servicio como para la calidad del producto.

Por último, el costo de mantenimiento aún está ascendiendo, en términos absolutos y como proporción del gasto total. En algunas industrias representa ahora el segundo ítem más alto, o hasta el más alto costo operativo.

En consecuencia, en sólo treinta años ha pasado a la primera prioridad en el control de costos. Nuevas Investigaciones. Las nuevas investigaciones están cambiando muchas de nuestras creencias más profundas referidas a la relación entre edad y las fallas.

En particular, parece haber cada vez menos conexión entre la edad de la mayoría de los activos y la probabilidad de que éstos fallen. En un principio la idea era simplemente que a medida que los activos envejecían eran más propensos a fallar. Una creciente conciencia de la "mortalidad infantil" llevo a la Segunda

Uno de los mayores desafíos que enfrenta el personal de mantenimiento es no sólo aprender éstas técnicas sino decidir cuáles valen la pena y cuales no para sus propias organizaciones. Si hacemos elecciones adecuadas es posible mejorar el rendimiento de los activos y al mismo tiempo contener y reducir el costo del mantenimiento. si hacemos elecciones inadecuadas se crean nuevos problemas mientras empeoran los que ya existen.

Los desafíos que enfrenta el mantenimiento. Los desafíos clave que enfrentan los gerentes de mantenimiento pueden resumirse de esta manera:

Seleccionar las técnicas más apropiadas, para manejar los distintos procesos de falla, satisfaciendo las expectativas de los dueños de los activos, los usuarios de los activos y la sociedad en general, de la manera más perdurable y efectiva en cuanto a costos, con el apoyo y la cooperación de todas las personas involucradas.

Frecuentemente estos requerimientos son dados por sentado. Esto desemboca en el desarrollo de estructuras organizativas, en la implementación de sistemas basados en suposiciones incompletas o incorrectas en relación con las verdaderas necesidades de los activos. En cambio, si estos requerimientos son definidos correctamente a la luz del pensamiento moderno, es posible lograr importantes cambios en la eficiencia del mantenimiento.

3.5. Ubicación de la Empresa Parmalat

Situación Espacial: Ubicada en la Panamericana Norte Km 20, en la Comunidad de Lasso centro, de la Ciudad Latacunga, Provincia de Cotopaxi como se lo puede observar en la siguiente figura 1.

Latitud: Lasso está ubicada a 00°47'00" de latitud Sur y de 78°37'00" de latitud Oeste. Latacunga es la cabecera cantonal, lugar donde se agrupa gran parte de su población total.



Figura 1: Ubicación de la Empresa Parmalat

Elaborado por: El Autor

3.6. Visión de la Empresa Parmalat

PARMALAT Ecuador quiere estar consolidada como una empresa con productos de alta calidad, siendo líder de la industria láctea, teniendo una perfecta percepción del mercado y manteniendo la rentabilidad. Para ese entonces será una organización sólida y moderna en sus procesos, con un buen clima organizacional y un ejemplo para las de más trasnacionales.

3.7. Misión de la Empresa Parmalat

Trabajamos cada día con entusiasmo y calidad para generar bienestar a las familias ecuatorianas, produciendo alimentos saludables que te llenan de placer. Juntos aportamos, aprendemos e innovamos para construir un lugar donde sentimos felicidad con lo que se realizó.

3.8. El Mantenimiento Preventivo

Se llama Mantenimiento Preventivo, Mantenimiento Condicional o Mantenimiento Basado en la Condición el mantenimiento preventivo subordinado a la superación de un umbral predeterminado y significativo del estado de deterioro de un bien, donde podemos observar o verificar en la siguiente figura 2. Indica el esquema sobre el mantenimiento preventivo.

Se trata de un conjunto de técnicas que, debidamente seleccionadas, permiten el seguimiento y examen de ciertos parámetros característicos del equipo en estudio, que manifiestan algún tipo de modificación al aparecer una anomalía en el mismo. [3]

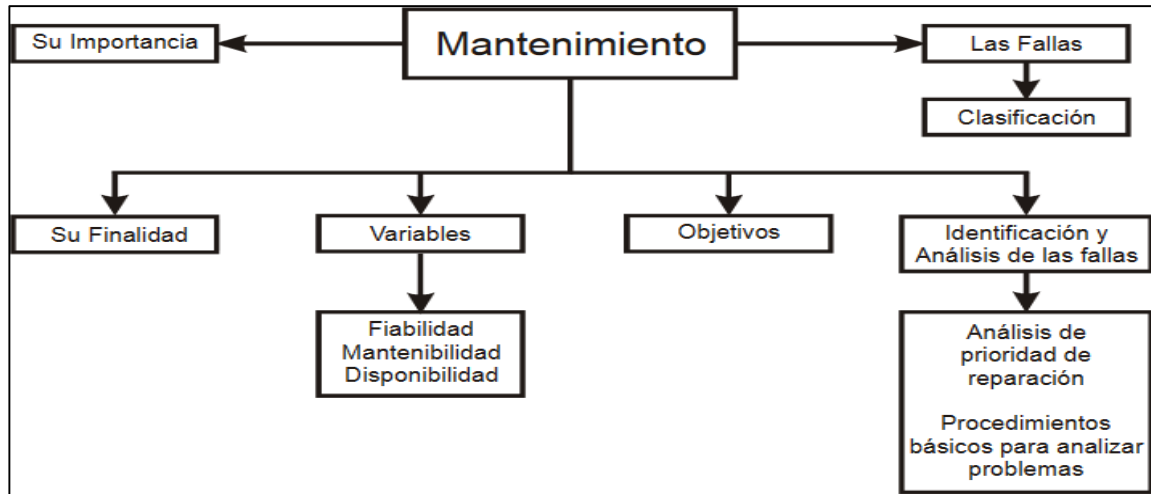


Figura 2: Mantenimiento Preventivo

Fuente: [3]

[4] Afirma que el mantenimiento no sólo deberá mantener las máquinas sino también las instalaciones de: iluminación, redes de computación, sistemas de energía eléctrica, aire comprimido, agua, aire acondicionado, calles internas, pisos, depósitos, etc.

La finalidad del mantenimiento es conservar la planta industrial con los equipos y las instalaciones en condiciones de cumplir con las funciones para la cual fueron proyectados con la capacidad y la calidad especificadas, pudiendo ser utilizados en condiciones de seguridad y economía de acuerdo a un nivel de ocupación y a un programa de uso definidos por los requerimientos de producción. [2]

Es un servicio alterno dentro del funcionamiento de una empresa, caracterizado por una serie de actividades realizadas con el objeto de corregir, prevenir y en algunos casos predecir fallas o averías, que afecten el normal funcionamiento de las máquinas, manteniéndolas en condiciones operativas seguras. [5]. El mantenimiento dentro de cualquier área es importante porque permite detectar inconvenientes que se presentan en el área de trabajo y es útil para optimizar los procesos y actividades que existen entre la máquina y el operario.

3.9. Análisis del Mantenimiento

3.9.1. Análisis de situaciones.

Este primer paso nos ayuda a determinar lo que podía existir mal, o las oportunidades que existían en nuestro entorno y que pasaban inadvertidas, si no las buscábamos, las aclarábamos, las subdividíamos en problemas bien definidos y las jerarquizábamos.

3.9.2. Análisis de problemas.

Esta faceta nos enseñaba a analizar jerárquicamente uno a uno los problemas obtenidos en el punto 1, para saber en qué consistía, poder describirlo y determinar con el análisis la causa más probable que ocasiona el problema, verificándola hasta comprobar que era la verdadera.

3.9.3. Análisis de decisiones.

Una vez obtenida la verdadera causa de un problema, se debe determinar el mejor curso de acción, al compararlo con los otros que hayan resultado con respecto a la satisfacción del objetivo de la acción y posteriormente los dos o tres mejores cursos de acción, se ponderaban con respecto a los riesgos que podrían existir al tomar a uno u otro de ellos, para decidir y poner en marcha el curso de acción seleccionado.

3.9.4. Análisis de problemas potenciales.

En este punto se analiza el problema que ya se ha decidido resolver, para encontrar cuáles son sus riesgos con tendencia, gravedad y probabilidad más altas, y estimar lo que debe hacerse en caso que suceda (planes contingentes). [6]

3.9.5. Mantenimiento preventivo.

Es el que como su nombre lo dice, previene las fallas. Ha sido el más usado y su base de funcionamiento es la estadística, la observación, las recomendaciones del fabricante y el conocimiento del equipo.

El lapso que se le permite trabajar a un elemento, depende de criterios tales como la recomendación del fabricante, el buen sentido del técnico y sobre todo el lapso de tiempo observado de duración de piezas similares.

Con un buen mantenimiento preventivo, se obtienen experiencias en la determinación de causas de las fallas repetitivas o del tiempo de operación seguro de un equipo, así como definir puntos débiles de instalaciones, máquinas, entre otros.

La falta de mantenimiento preventivo en los equipos e instalaciones en una empresa ocasiona muchos de los accidentes que en ella ocurren o puede poner en riesgo la vida de las personas.

Si el plan de mantenimiento preventivo se realiza como lo hacen los planes de mantenimiento tradicionales, se tiene en cuenta que un equipo trabaja 8 horas laborales al día y 40 horas por semana; el mantenimiento planificado puede mejorar la productividad, reduce los costos de mantenimiento y alarga la vida de la maquinaria y equipos.

Necesidades de elaborar un plan de mantenimiento preventivo. La fiabilidad y la disponibilidad de una empresa dependen del diseño y la calidad de su montaje, en el cual influyen las técnicas utilizadas para su ejecución.

Dependen de la forma y buenas costumbres del personal de producción, el personal que opera en las instalaciones y por último dependen del mantenimiento que se realice. Debemos tener en cuenta que los efectos de las acciones hechas en mantenimiento no tienen su efecto de forma inmediata, sino que se ve varios meses después.

Cuando una empresa no posee un plan de mantenimiento es inevitable que sean las averías las que dirijan la actividad de mantenimiento. Normalmente se presta mucha importancia al mantenimiento de los equipos principales, haciendo a un lado el mantenimiento de los equipos auxiliares; esto representa un grave error pues uno de esos equipos al presentar una falla puede parar la producción de la empresa y ocasionar un daño en un equipo más costoso. Conviene entonces prestar atención también a aquellos equipos capaces de provocar fallos críticos.

Para elaborar un buen plan de mantenimiento es absolutamente necesario realizar un detallado análisis de fallos de todos los sistemas que componen la empresa.

Beneficios del mantenimiento. Los beneficios que conlleva tener un plan de mantenimiento preventivo son muy grandes. Éstos permiten detectar fallos repetitivos, disminuir los lapsos muertos por paradas, aumentar la vida útil de equipos, disminuir los costos de reparaciones, detectar puntos débiles en la instalación entre una larga lista de ventajas.

Las tareas de mantenimiento preventivo incluyen acciones como cambio de piezas desgastadas, cambios de aceites y lubricantes, etc.

El mantenimiento preventivo debe evitar los fallos en el equipo antes de que estos ocurran.

3.9.6. Cuando el mantenimiento es aplicado correctamente, produce los siguientes beneficios:

Mejores rendimientos operativos:

Esto se debe a:

- Intervalos de tiempo más largos entre las revisiones.
- Mayor énfasis en el mantenimiento de equipos y componentes críticos.
- Eliminación de las fallas en los equipos y componentes poco fiables.
- Diagnóstico más rápido de las fallas mediante la referencia de los modos de falla relacionados con la función y a los análisis de sus efectos.
- Además de eso obtenemos un conocimiento sistemático acerca de la operación a realizar.
- Mejora en la utilización de los recursos.

Mayor seguridad y protección del entorno de trabajo.

Debido a:

- Mejoras en las estrategias para prevenir las fallas antes de que puedan afectar la seguridad e integridad de los operarios.
- Mejora e implementación de nuevos dispositivos de seguridad.
- Actualización y capacitación permanente de los operarios, para un buen desempeño a la hora de ejecutar el mantenimiento, con sus respectivos elementos de protección personal.

Mayor control en los costos del mantenimiento:

Debido a:

- Ahorro a mediano y largo plazo, debido a que este tipo de mantenimiento se programa para realizar inspecciones periódicas.
- Prevención y eliminación de fallas costosas.
- Mucha menor necesidad de utilizar expertos en la materia, debido a que el personal es capacitado y por lo tanto está en la capacidad de realizar las operaciones de mantenimiento requerido.
- Incrementa la vida útil de los equipos.

Esto se debe a:

- Debido a las revisiones periódicas que se realizan, se crean manuales más exactos a la hora de implementar el mantenimiento.
- Se provee de un conocimiento más profundo de las instalaciones y equipos que intervienen en la fábrica.
- Reduce la rotación del personal, y por lo tanto la pérdida consiguiente de su experiencia y competencia en el campo de acción.
- Respeto por el medio ambiente:

Esto se debe a:

La implementación de procesos adecuados para el correcto desecho de residuos que sobran en la fabricación de la maquinaria y los procesos que se derivan de ello.

- Maquinaria o Equipos: Bienes y actividades empleadas en forma directa en la ejecución del plan de mantenimiento.
- Materiales: Incluye las partes, equipos, lubricantes, herramientas, repuestos, etc. Tiempo de Indisponibilidad Operacional: Periodo inactivo de producción mientras se realiza el trabajo de mantenimiento al equipo.
- Gastos Generales: Servicios, logística, talleres, capacitación etc.
- Costos indirectos: Equipos suplementarios para garantizar la ejecución de mantenimiento.

- La falta de mantenimiento o un mal mantenimiento genera pérdidas, algunas de ellas son:
- Incremento de la Inversión: Debido al incorrecto mantenimiento de los equipos su vida útil se reduce y por ende el retorno de su inversión se extiende.

Pérdidas de Calidad:

- Ocurren cuando el equipo no tiene un mantenimiento adecuado.
- Cuando se cambia el esquema de mantenimiento de un equipo, deben evaluarse los cambios de la calidad que esa modificación significara.
- Costos de Capital: Con un mal mantenimiento se presentarán más fallas intempestivas que ocasionarán sobrecostos en el sistema productivo.

Pérdidas de Energía:

- Un equipo mal mantenido puede llegar a consumir más energía que el mismo equipo con un adecuado mantenimiento.
- Ambiente Laboral: Generar un espacio agradable de trabajo es importante para obtener un buen desempeño laboral. Dentro de las funciones básicas del mantenimiento se encuentra la limpieza y el cuidado de los equipos.

3.10. Objetivos del Mantenimiento Preventivo

Para saber si el mantenimiento que se lleva a cabo es el correcto hay que observar el nivel de consecución de los objetivos siguientes:

3.10.1. Evitar las paradas de máquinas por avería

El hecho de anticiparse a la aparición de las averías favorece que se reduzcan significativamente las paradas de producción.

3.10.2. Evitar anomalías causadas por un mantenimiento insuficiente y minimizar la gravedad de las averías

Una correcta implantación de las revisiones periódicas en las máquinas se ve condicionada por el grado de detalle con que se ha diseñado el plan de mantenimiento. Una planificación y unos niveles de concreción adecuados de los puntos a revisar reducen significativamente la aparición de posibles anomalías y, en consecuencia, las averías graves.

3.10.3. Conservar toda la maquinaria en condiciones óptimas de seguridad y productividad

La finalidad de elaborar e implantar un mantenimiento correcto es la de garantizar la productividad de la maquinaria y la máxima seguridad del personal.

El mantenimiento a realizar tiene que ser el adecuado a las características particulares de cada equipo de trabajo.

Se tiene que evitar la estandarización de los puntos de revisión y potenciar las comprobaciones específicas en función del uso, el ritmo y el ambiente de trabajo, principalmente.

3.10.4. Alcanzar o alargar la vida útil de los bienes productivos

Si se establecen calendarios de revisión adecuados para cada equipo de trabajo se consigue, como mínimo, alcanzar el rendimiento óptimo para el cual se diseñó y, en la mayoría de los casos, se sobrepasa la vida útil prevista.

3.10.5. Innovar, tecnificar y automatizar el proceso productivo

El mantenimiento no se tiene que limitar sólo a conservar los bienes productivos, sino que tiene que participar en la mejora continua de la empresa.

Para garantizar la competitividad de la empresa en su sector, necesariamente, hay que innovar con nuevos métodos de trabajo, mejorar los procesos y, si es necesario, automatizarlos. [1]

3.11. Ventajas y desventajas del Mantenimiento Preventivo

Este tipo de mantenimiento es el que resulta de las inspecciones periódicas que revelan condiciones de falla y su objetivo es reducir paros de planta y depreciación excesiva, que muchas veces resultan de la negligencia. Entre las ventajas que presenta este tipo de mantenimiento se encuentran:

3.11.1. Ventajas

- a. Bajo costo en relación con el mantenimiento predictivo
- b. Reducción importante del riesgo por fallas o fugas.
- c. Reduce la probabilidad de paros imprevistos.
- d. Permite llevar un mejor control y planeación sobre el propio mantenimiento a ser aplicado en los equipos. [7]

3.11.2. Desventajas

- a. Se requiere tanto de experiencia del personal de mantenimiento como de las recomendaciones del fabricante para hacer el programa de mantenimiento a los equipos.
- b. No permite determinar con exactitud el desgaste o depreciación de las piezas de los equipos. [7]

3.12. Funciones del mantenimiento

En términos muy generales, puede afirmarse que las funciones básicas del mantenimiento se pueden resumir en el cumplimiento de todos los trabajos necesarios para establecer y mantener el equipo de producción de modo que cumpla los requisitos normales del proceso.

La concreción de esta definición tan amplia dependerá de diversos factores entre los que puede mencionarse el tipo de industria, así como su tamaño, la política de la empresa, las características de la producción, e incluso su emplazamiento.

Aun así, las tareas encomendadas al departamento encargado del mantenimiento pueden diferir entre distintas empresas, atendiendo a la estructura organizativa de las mismas, con lo que las funciones del mantenimiento, en cada una de ellas no serán obviamente las mismas.

Por tanto, el campo de acción de las actividades de un departamento de mantenimiento puede incluir las siguientes responsabilidades:

- Mantener los equipos e instalaciones en condiciones operativas eficaces y seguras.
- Efectuar un control del estado de los equipos, así como de su disponibilidad.
- Realizar los estudios necesarios para reducir el número de averías imprevistas.
- En función de los datos históricos disponibles, efectuar una previsión de los repuestos de almacén necesarios.
- Intervenir en los proyectos de modificación del diseño de equipos e instalaciones.
- Llevar a cabo aquellas tareas que implican la modificación o reparación de los equipos o instalaciones.
- Instalación de nuevo equipo.
- Asesorar a los mandos de producción.
- Velar por el correcto suministro y distribución de energía.
- Realizar el seguimiento de los costes de mantenimiento.
- Preservación de locales, incluyendo la protección contra incendios.
- Gestión de almacenes.
- Proveer el adecuado equipamiento al personal de la instalación

3.13. Importancia del mantenimiento para la industria

Conforme el mantenimiento adquiere mayor importancia en la industria, se hacen más evidentes sus beneficios, que pueden resumirse en:

Reducción de costos: ahorro de primas de seguro, coaseguro y deducibles; compras oportunas de refacciones y materiales; asignación adecuada de recursos para mantenimiento; menor inversión en equipos de reserva (dobles o triples); detección del punto de origen de los gastos (causas); incremento del control de partes y reducción del inventario (pérdidas); reducción del costo unitario de las tareas de mantenimiento.

Reducción de fallas en los equipos: menos tiempos muertos de producción; reducción de escala y número de reparaciones; incremento en la vida útil de los equipos; reducción de la probabilidad de exposición a una falla mayor; garantía de utilización adecuada de las partes: los sistemas de mantenimiento instrumentan la filosofía y, en forma explícita o implícita, generan la eficacia y la eficiencia. No obstante, es la filosofía la que marca el rumbo del mantenimiento dentro de una organización.

3.13.1. Diferencia entre la filosofía y los sistemas de mantenimiento

3.13.1.1. Filosofía del mantenimiento

Sistemas de mantenimiento pregunta básica que responde

Qué debe hacer Cómo, cuándo y quién debe hacer y otras preguntas

Es importante que filosofía y sistemas sean congruentes, porque el mantenimiento no funciona de manera adecuada si no están alineados, por modernos, asertivos y eficientes que sea.

Congruencia entre sistemas / filosofía

3.13.1.2. Mantenimiento Filosofía Tipos

Correctivo Reparación Correctivo, mayor y reactivo

Preventivo Recambio Preventivo y predictivo

Total, Mejora continua Total, basado en confiabilidad y proactivo

Reparación: es la actividad de cambiar las partes de un equipo o el equipo mismo, después de una falla, para que siga funcionando dentro de un sistema de producción.

Recambio: se refiere a la actividad de cambiar las partes desgastadas o a punto de romperse, antes de que falle el equipo.

Mejora continua: es la actividad de estar mejorando:

- a) El equipo, su desempeño y su eficiencia.
- b) El sistema operativo de mantenimiento.
- c) La organización.
- d) Las capacidades y habilidades del personal de mantenimiento.

En su evolución, los sistemas de mantenimiento se han ido sofisticando, agregando más conceptos y más alternativas, que buscan ampliar o mejorar:

- Cómo hacerlo (manual, automático, instrumentado, etcétera)
- Cuándo hacerlo (en paralelo, en línea, antes, durante, después, nunca)
- Dónde hacerlo (en el taller, fuera, dentro, pero por otros)
- Con qué hacerlo (metodologías, procedimientos, normas, herramientas, otros).
- Con cuánto hacerlo (monto fijo, presupuesto variable y otros recursos).

3.13.2. Máquinas, mantenimiento e industria

Todas las máquinas, equipos e instalaciones, están sujetas en mayor o menor grado, a la acción deteriorante de agentes extremos o a la acción dañina a los agentes propios internos como son: el aire, el calor, el polvo, los gases corrosivos, otras sustancias tóxicas, el mantenimiento mal aplicado, el movimiento de fluidos, las altas temperaturas internas.

El mantenimiento es algo inherente a la industria, se encuentran irremediablemente ligados a la exigencia de las máquinas. La vida de una máquina implica la necesidad del mantenimiento. El mantenimiento dirigido, organizado; el mantenimiento de alto nivel; el grupo de ingeniería de mantenimiento se justifica en la medida en que se mantenga los equipos en una alta disponibilidad, se logre un alto rendimiento en las tareas de mantenimiento, se optimice los costos de mantenimiento se incremente o sostenga la productividad y cumpla con los requisitos de calidad.

El grupo de mantenimiento debe ser una parte integral de la organización y más aún cuando la empresa crece, cuando aumenta su complejidad cuando se incrementa la automatización de las plantas y se debe tomar la importancia de su papel cuando las edades de los equipos aumentan y los costos de mantenimiento se van convirtiendo en los más importantes de los costos de producción.

La administración de mantenimiento es necesario para convertir un conjunto de recursos (humanos, de máquinas, materiales, monetarios, de tiempo y espacios) en una empresa no es mantener, es “producir” esencialmente la administración del mantenimiento debe integrar esos recursos sin relación en un sistema total para el logro de determinar objetivos

La misión de la administración del mantenimiento es aumentar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos a un coste razonable.

Implementar una organización de mantenimiento garantiza una eficaz protección y conservación de las inversiones, disminuyendo su deterioro bajando su depreciación valorizando los activos e incrementado su vida útil garantiza la producción y calidad de los trabajos.

A pesar de todas las implementaciones y el costo que significa mantener es preciso convencer que en la mayoría de los casos es más costoso no mantener el ideal sería encontrar un punto de equilibrio para reemplazar los elementos que se deterioran o ya han cumplido su ciclo de vida pues existen ciertos elementos en una empresa que se puede llegar a operar hasta la falla. Si no se mantiene se llegará a un punto en el cual no se puede producir, por el deterioro de los elementos, entonces no se obtiene el capital que es necesario para renovar equipos.

Es mejor mantener los equipos y a través del mantenimiento introducirles mejoras para hacerlos más eficientes, esto es fácil de entender pues en la mayoría de los casos se ve obligado a comprar otro equipo por una sola pieza que se dañe.

El mantenimiento optimiza la disponibilidad de los equipos, minimizar los costos propios de mantenimiento y los controles adecuados de costos.

La industria está sometida a optimizar todos sus aspectos tanto de costo como de calidad, como de cambio rápido de producto, conduce a la necesidad de analizar de forma sistemática las mejoras que pueden ser introducidas en la gestión técnica como económica del mantenimiento. Es la filosofía del tero tecnología. Todo ello ha llevado a la necesidad de manejar desde el mantenimiento una cantidad de información. [8]

3.14. Labores de Mantenimiento

Mantenimiento se entiende como el servicio que agrupa una serie de actividades cuya ejecución permite alcanzar un mayor grado de confiabilidad en los equipos máquinas, construcciones civiles, instalaciones.

La labor del departamento de mantenimiento está relacionada muy estrechamente con la prevención de accidentes y lesiones en el trabajo y el trabajo ya que tiene la responsabilidad de mantener en buenas condiciones la máquina y herramientas y el equipo de trabajo, lo cual permite un mejor desarrollo y seguridad evitando riesgos laborales.

El mantenimiento adecuado tiene a prolongar la vida útil de los bienes a obtener un rendimiento aceptable de los mismos durante más tiempo y a reducir el número de fallas.

La principal función de una gestión adecuada de mantenimiento consiste en rebajar el correctivo hasta el nivel óptimo de rentabilidad para la empresa.

El correctivo no se puede eliminar en su totalidad por lo tanto una gestión correcta extraerá conclusiones de cada parada e intentará realizar la reparación de manera definida ya sea en el mismo momento o programado un paro, para que esa falla no se repita.

Es importante tener en cuenta el análisis de la política de mantenimiento a implementar, que en algunas máquinas o instalaciones el correctivo será el sistema más rentable. [9]

3.15. Un modelo para desarrollar de un sistema

Antes de emprender un diseño, y teniendo en cuenta las problemáticas propias de cada situación en la empresa, se hace necesario adoptar una referencia para el desarrollo de un sistema. El modelo seleccionado como referencia permite analizar, por una parte, las necesidades del usuario y definir una solución óptima integral para el sistema en estudio donde se puede observar en las figuras 3 y 4.

El análisis y sistema del diseño del mantenimiento y el esquema para el desarrollo de la estrategia.

La elección de las soluciones debe estar basada sobre un conjunto apropiado de parámetros de costo, plazos y rendimientos. [10]

3.16. La filosofía del RCM, emplea las técnicas del Mantenimiento Preventivo

PM, Mantenimiento Predictivo e inspección, Reactivo y Mantenimiento Proactivo de una manera integrada con la finalidad de incrementar la probabilidad de que el equipo funcione de una manera requerida sobre su vida de diseño con el mínimo mantenimiento realizado. La finalidad principal es de mantener su función de diseño, con la requerida confiabilidad y disponibilidad a bajos costos. En varios países desarrollados, rigurosos análisis del RCM han sido usados extensivamente por las industrias de la aviación, aeroespacial, de defensa y nucleares donde las fallas funcionales tienen el potencial de un resultado en cuantiosas pérdidas de vida, implicancias de seguridad nacional y de impacto extremo al medio ambiente.

El Análisis de RCM está basado en un análisis de Modo y Efectos de Falla (FMEA), en donde se incluye los cálculos de la confiabilidad del sistema. Este es usado para determinar las tareas de mantenimiento más adecuadas para cada modo de falla, identificando sus consecuencias.

3.16.1. Método Modo y Efecto de Falla (FMEA)

El FMEA es una herramienta principal del RCM para la optimización de la gestión de mantenimiento. Este método permite identificar problemas antes de que afecte al equipo dado su importancia operacional.

Orientado a la función de cada sistema del equipo que luego deriva a un subsistema determinando su función y su anti función para finalmente encontrar el modo de falla de cada uno. Está orientado no solo a la operación de cada equipo sino también a los componentes individuales de cada sistema. El criterio FMEA busca saber la falla para luego llevarla como una condición insatisfactoria que se reduce a la pérdida de una función (paro de la operación) o a pérdida de calidad (continuidad de operación con baja productividad).

El proceso de implementación del FMEA dependerá básicamente a la definición de los siguientes pasos:

- Definición de funciones.
- Determinar las fallas funcionales.
- Identificar los modos de fallas.
- Determinar los efectos y consecuencias de fallas.

3.16.2. Fallas Funcionales

La falla funcional es la ocurrencia no previsible en el momento de la operación, tiene como consecuencia que el activo no pueda cumplir con función principal, operando de una forma insatisfactoria.

El nivel de la falla funcional depende la consecuencia que puede generar al momento de la operación. Las diferentes fallas funcionales pueden ser de forma parcial o total. La pérdida parcial ocurre cuando el activo no puede ejecutar sus funciones con el estándar deseado, y la pérdida total ocurre cuando un activo se detiene por completo de forma inesperada.

3.16.3. Modos de Fallas:

Son causas físicas que originan las fallas funcionales. El análisis de modo de falla organiza las actividades de mantenimiento a partir del análisis realizado por el grupo de trabajo para atacar a los modos de falla asociados a cada falla funcional siendo esta una forma no tradicional de gestionar las tareas de mantenimiento.

3.16.4. Jerarquización de Criticidad

Jerarquización de valor utilizada para escoger que equipos tiene mayor importancia en la empresa, permite dar valor a los equipos más influyentes que generan costos significativos en la empresa. La jerarquización de equipos se define considerando la siguiente escala.

Tabla 2:Jerarquización de criticidad

Nivel	Características
Críticos	Son aquellos equipos cuya parada o mal funcionamiento afecta significativamente a los resultados de la empresa como la producción por valoración
Implementación	Son aquellos equipos cuya parada, avería o mal funcionamiento afecta a la empresa, pero las asumibles.
Prescindibles	Son aquellos con una incidencia escasa en los resultados. Como mucho, supondrán una pequeña incomodidad, algún pequeño cambio de escasa trascendencia, o un pequeño coste adicional.

Elaborado por: El autor

La criticidad de los equipos es el método que se tomara en cuenta para crear el plan de mantenimiento en la, maquina elecster 6000 de la empresa Parmalat. Los criterios más importantes están asociados con: producción, costos de operación y mantenimiento, de fallas.

Según John Moubray “se debe ponderar los criterios de evaluación asignar un valor específico

a cada ítem dependiendo de las características del equipo” de esta manera se ordenará los sistemas con mayor criticidad.

Existe muchas técnicas que ofrece un sistema bases de clasificación de las evaluaciones probabilísticas de riesgo y la obtención de índice de riesgo del activo.

El análisis cuantitativo busca cuantificar económicamente las variables que definen la criticidad de cada sistema y subsistema del equipo investigado. Se debe valorizar las variables como costos directos de mantenimiento (repuesto y mano de obra), impacto económico de inoperatividad (perdida de producción), etc. Este análisis considera el impacto directo sobre la disponibilidad operativa del equipo en función al mantenimiento basado en confiabilidad.

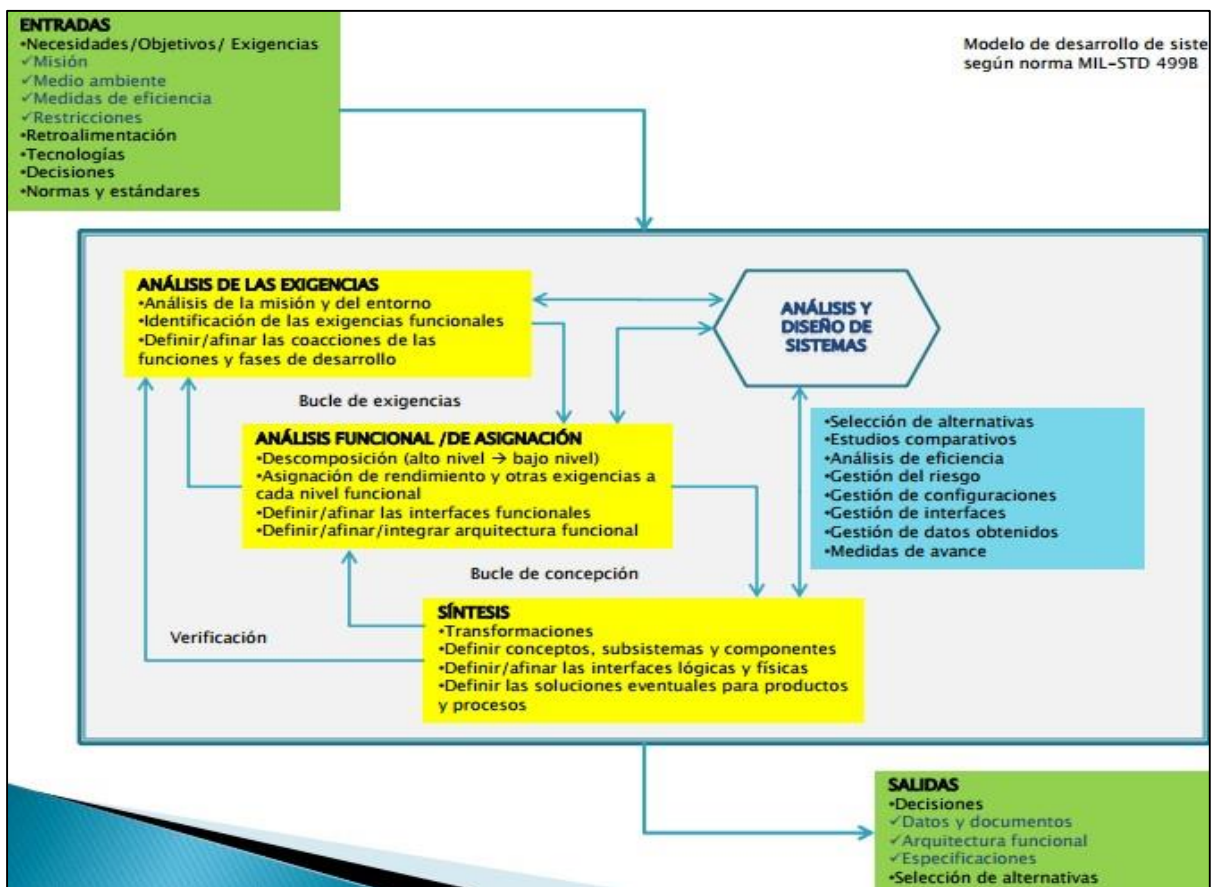


Figura 3: Análisis y sistemas de diseño de mantenimiento

Elaborado por: El Autor



Figura 4: Esquema para el desarrollo de la estrategia de mantenimiento

Elaborado por: El Autor

3.17. Conceptualizaciones más usadas del Mantenimiento.

3.17.1. Concepción Estratégica de mantenimiento

- ✓ Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad
- ✓ Mantenimiento Centrado en el Negocio
- ✓ Mantenimiento Productivo Total
- ✓ Apoyo Logístico Integrado/Análisis del Apoyo Logístico
- ✓ Mantenimiento con Calidad Total
- ✓ Mantenimiento Basado en el Riesgo

3.17.2. Caso de Mantenimiento Industrial

Las variables y los problemas a resolver tienden a aumentar de forma drástica, entre los cuales están las siguientes:

- ✓ Definición de los tipos de mantenimiento
- ✓ Atención conforme a criticidad de cada equipamiento
- ✓ Cronogramas de parada de los equipamientos
- ✓ Definición de la calidad de la mano de obra y su obtención
- ✓ Evaluación de los servicios de terceros
- ✓ Introducción de nuevas tecnologías
- ✓ Decisión sobre la eliminación de equipos y su sustitución
- ✓ Definición de canales logísticos
- ✓ Definición del sistema de información y de administración, etc.

3.17.3. Formas más adecuadas de Mantenimiento Preventivo

La forma correcta para direccionar las necesidades para la función mantenimiento efectiva dentro de la organización es teniendo una visión holística de la función.

La necesidad de integrar completamente el mantenimiento en el sistema de negocios de la empresa especialmente usando tecnologías de la información y formulando una concepción con bases teóricas comprobadas.

Además, si las variadas metodologías, filosofías y técnicas empleadas son propiamente coordinadas e planeadas, el efecto de esta manera es un mejoramiento con buen desempeño de la función del mantenimiento donde podemos observar en la figura 5. El organigrama de mantenimiento.

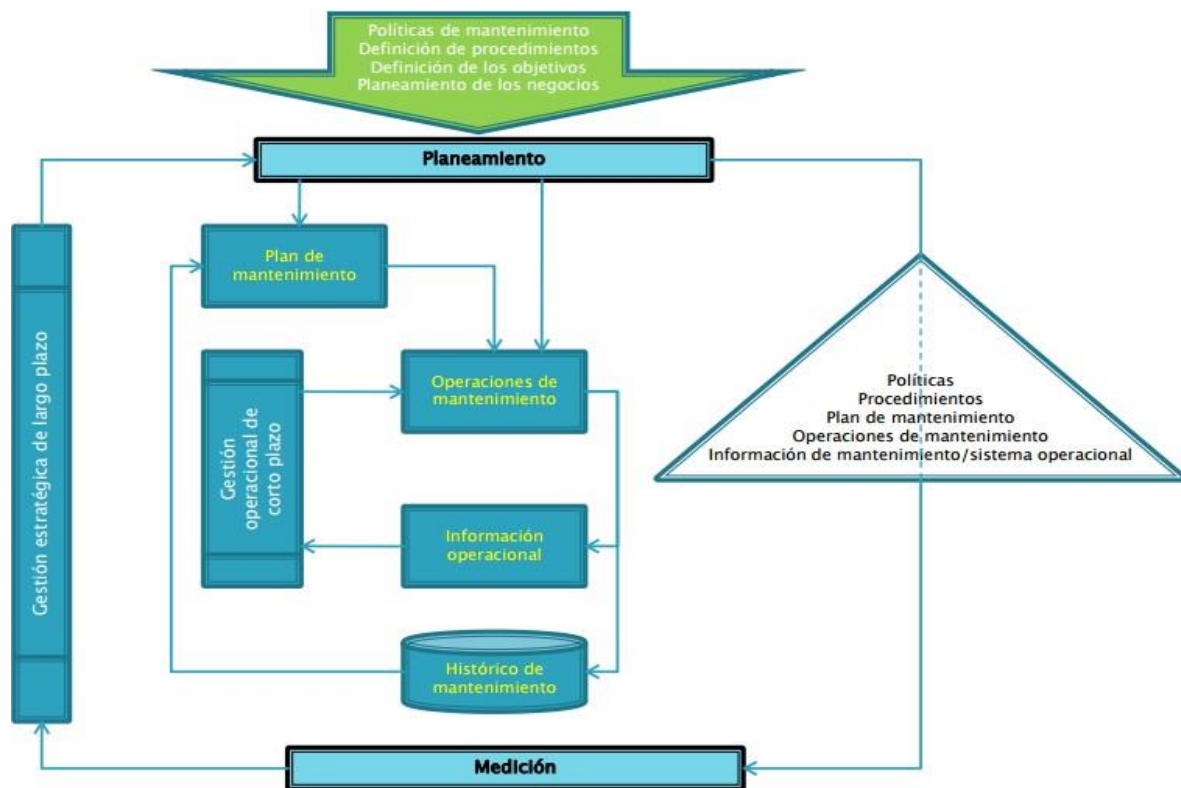


Figura 5: Organigrama De Mantenimiento

Elaborado por: El Autor

3.18. Variables del mantenimiento

Las distintas variables de significación que repercuten en el desempeño de los sistemas de la empresa:

- ✓ Fiabilidad.
- ✓ Disponibilidad.
- ✓ Mantenibilidad.
- ✓ Calidad.
- ✓ Seguridad.
- ✓ Costo.
- ✓ Entrega / Plazo.

3.18.1. La Fiabilidad

Es la probabilidad de que las instalaciones, máquinas o equipos, se desempeñen satisfactoriamente sin fallar, durante un período determinado, bajo condiciones específicas.

3.18.2. La Disponibilidad

Es la proporción de tiempo durante la cual un sistema o equipo estuvo en condiciones de ser usado.

3.18.3. La Mantenibilidad

Es la probabilidad de que una máquina, equipo o un sistema pueda ser reparado a una condición especificada en un período de tiempo dado, en tanto su mantenimiento sea realizado de acuerdo con ciertas metodologías y recursos determinados con anterioridad.

3.18.4. La Seguridad

Está referida a la integridad del personal, instalaciones, equipos, sistemas, máquinas y sin dejar de lado el medio ambiente donde se puede observar la figura 6. Variables del mantenimiento.

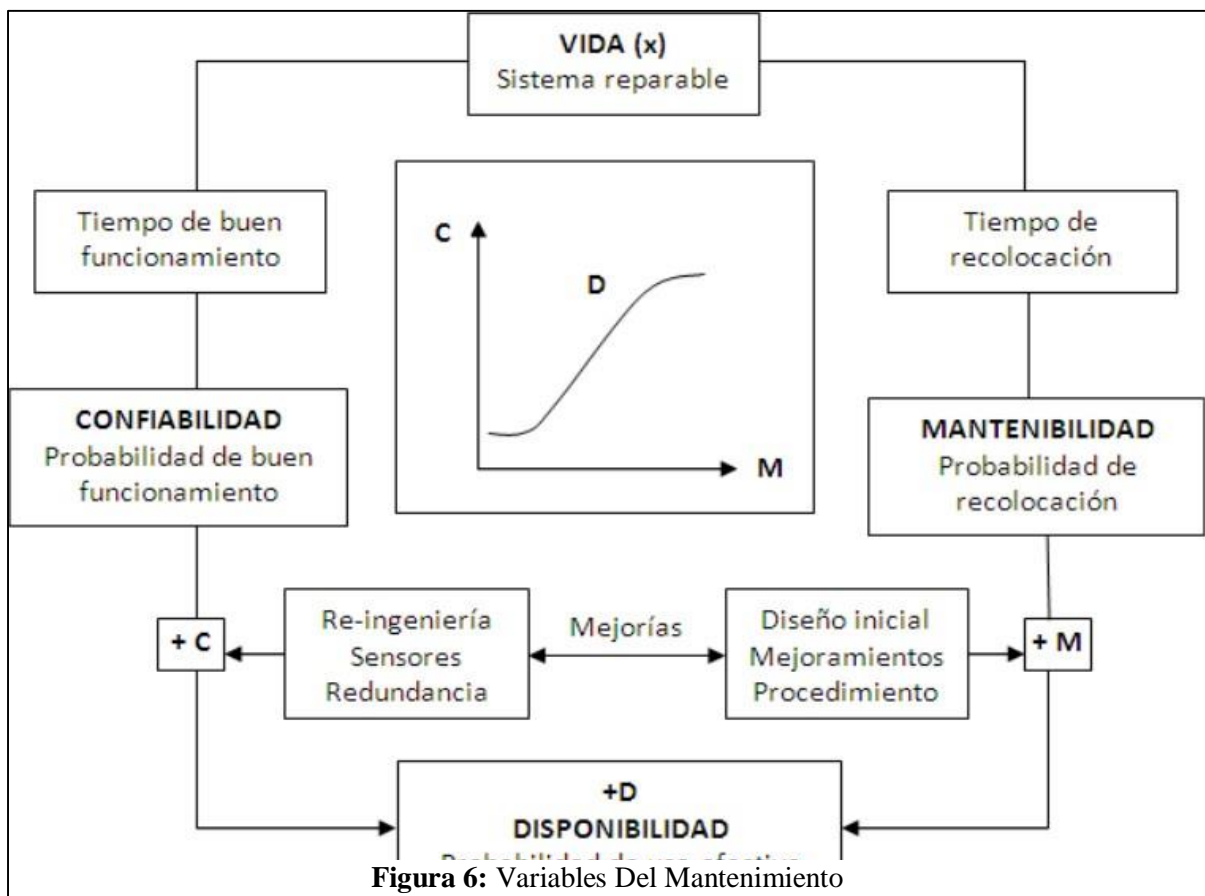


Figura 6: Variables Del Mantenimiento

Elaborado por: El Autor

El tiempo de entrega y el cumplimiento de los plazos previstos son variables que tienen también su importancia, y para el mantenimiento, el tiempo es un factor preeminente.

3.19. Integración del mantenimiento en el contexto productivo

Así, el mantenimiento actúa positivamente en la disminución del costo total (con mayor tiempo de buen funcionamiento y menor tiempo de recolocación) en el mejoramiento del equipamiento (introduciendo mejorías) como también, en la seguridad de las personas y del ambiente, en el proyecto de nuevos productos, entre otros aspectos.

Todo esto impone demandas más altas para que el equipo de mantenimiento también aumente su eficiencia y capacidad como se observa en la figura 7. Es un problema de competitividad en todo nivel.



Figura 7: Mantenimiento en el costo productivo

Fuente: Modelo de desarrollo de síntesis según norma MIL-STD 499B

3.20. Políticas y acciones del mantenimiento

Las políticas se agrupan generalmente en cuatro formas:

- Intervenciones de mantenimiento correctivo: intervenciones después que la falla ocurra. Ejemplo: espero que la falla ocurra y entonces remedio la situación tan pronto como sea posible.
- Intervenciones de mantenimiento preventivo: intervenciones que toman lugar antes que la falla ocurra. Ejemplo: ejecutar acciones regulares de mantenimiento, para evitar que modos de fallas den problemas.
- Intervenciones de mantenimiento predictivo: intervenciones que toman lugar si cierta condición es alcanzada. Ejemplo: cuando el monitoreo de la condición indique que un

“signo vital” alcanzó el umbral de falla potencial se programa la intervención como se lo puede indicar en las figuras 8 y 9 objetivos y etapas del mantenimiento.

Las acciones de mantenimiento se refieren a la ejecución del mantenimiento, por ejemplo.: inspecciones, reparación o reemplazo.



• Mantenimiento preventivo

• El objetivo del mantenimiento es evitar o mitigar las consecuencias de los fallos del equipo, logrando prevenir las incidencias antes de que estas ocurran. Las tareas de mantenimiento preventivo pueden incluir acciones como cambio de piezas desgastadas, cambios de aceites y lubricantes, etc. El mantenimiento preventivo debe evitar los fallos en el equipo antes de que estos ocurran.

Figura 8: Objetivo del mantenimiento preventivo

Autor: Modelo de desarrollo de síntesis según norma MIL-STD 499B

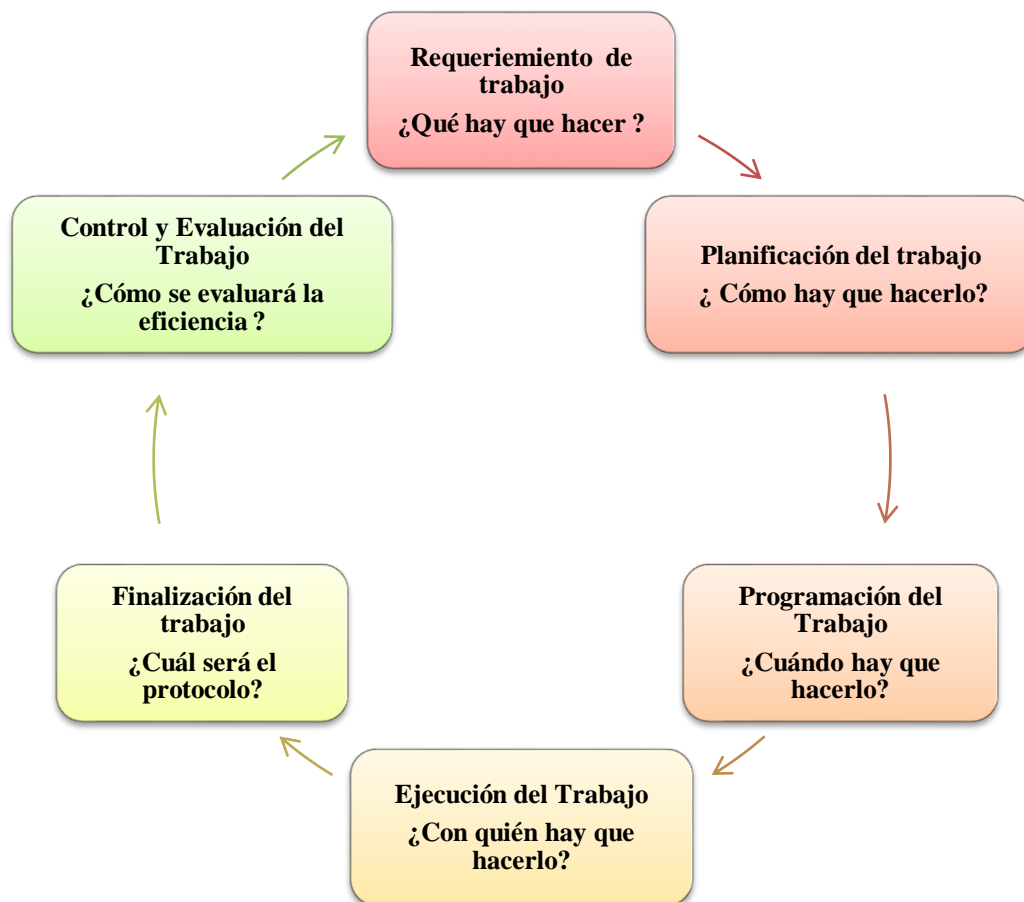


Figura 9: Etapas en el proceso de mantenimiento

Elaborado por: El Autor

3.21. Requerimientos

3.21.1. La demanda por servicios de mantenimiento

La cual se puede establecer mediante:

- ✓ Frecuencia indicada por el fabricante de la maquina o el repuesto
- ✓ Experiencia de los operadores o gente de experiencia de mantenimiento de la planta.
- ✓ Quejas del Operador
- ✓ Rondas de inspección
- ✓ Programas anteriores y análisis de desviaciones
- ✓ Políticas de abastecimiento de la demanda
- ✓ Actualización del Equipo

3.21.2. Planificación de los trabajadores:

Hacer la compatibilización entre los requerimientos de mantenimiento y la disponibilidad de recursos.

Para planificar se requiere:

- ✓ Listado de requerimientos
- ✓ Planificaciones anteriores con la introducción de los resultados de la retroalimentación (Hacer un análisis crítico de los éxitos y fracasos de las planificaciones anteriores).
- ✓ Recoger y analizar indicadores de eficiencia.

3.21.3. Programación de trabajos:

Tener un programa detallado de actividades con sus recursos asignados e identificados más sus recursos asignados e identificados más sus prioridades de ejecución

- ✓ El plan de Mantenimiento
- ✓ Listado de personal con sus capacidades
- ✓ Listado de las facilidades disponibles
- ✓ Listado de procedimientos, los cuales se incluyen en las ordenes de trabajo
- ✓ Programas anteriores con introducción de mejoras

3.21.4. Ejecución del trabajo:

Se llevará a cabo las instrucciones escritas en las órdenes de trabajo, verificando el correcto uso de las herramientas y solucionar problemas imprevistos.

- ✓ Distribución del trabajo
- ✓ Coordinar con producción el momento de intervenir
- ✓ El seguimiento del avance de las intervenciones.

Consignación de las instalaciones, medidas de seguridad, intervención misma, transferencia del equipo a producción. Rendición de cuentas: causa que originó la intervención, descripción de dificultades encontradas para cumplir los plazos previstos de intervención. La idea es resaltar los puntos que causan la pérdida de eficiencia de la función mantenimiento.

- ✓ Gestión de personal
- ✓ Datos para el salario (HH, bonificaciones, etc.).
- ✓ Motivación del personal

3.21.5. Finalización de trabajo de la Máquina Empacadora de leche de un litro:

Son las pruebas necesarias para asegurar la confiabilidad de las máquinas. Es una etapa previa antes de entregarla al operador.

3.21.6. Pruebas de la Máquina Empacadora de Leche de un Litro:

- ✓ Pruebas en vacío y con carga y medición de las variables de control.
- ✓ Análisis del comportamiento basado en conocimientos del experto.
- ✓ Diseñar experimentos para comprobar la eficiencia del equipo.
- ✓ Fijar período de prueba, ajustes y observación.

3.22. Efectividad del plan de mantenimiento

3.22.1. Identificación de las fallas funcionales:

¿Es la falla funcional evidente para el operador? (¿Alguien nota que la falla se produjo?)

Determine qué tipos de tareas es usada para identificar la falla:

- ✓ Mantenimiento periódico: son de tareas de mantenimiento periódico sin mirar la condición.
- ✓ Mantenimiento por condición: test o inspecciones basadas solamente en la condición del equipo.
- ✓ Ingeniería de confiabilidad: uso de tareas de mantenimiento para encontrar fallas que no son normalmente observadas.
- ✓ Identifique y mida la característica o parámetro que con certeza refleja el estado del sistema o componente. Por ejemplo, vibraciones del ítem.
- ✓ Defina las tolerancias aceptables e inaceptables para la medida característica.

3.22.2. Efectividad del plan de mantenimiento

¿Es actualmente la actividad de mantenimiento efectiva? Cada tipo de tarea tiene diferentes medidas para determinar su efectividad.

3.22.3. Mantenimiento periódico:

La probabilidad de falla aumenta en un periodo determinado de uso, una gran población sobrevive a esa edad y las tareas de mantenimiento restauran a su estado original de resistencia a la falla.

3.22.4. Mantenimiento por condición:

Las características correspondientes a los modos de falla pueden ser identificadas, ellos pueden ser medidos con exactitud y consistencia, y las tareas proveen un amplio tiempo entre la detección y la falla.

3.22.5. Ingeniería de confiabilidad:

La falla no es evidente al personal y no existen taras preventivas.

Si las tareas de mantenimiento no son efectivas, se necesita ya sea modificarla para así llegar a ser efectiva o bien eliminarla.

Identifique las consecuencias de la falla.

Identifique si las consecuencias de las fallas están relacionadas con seguridad o regulación, producción o costo del sistema o componente.

¿Existen tareas de mantenimiento que agreguen valor?

Para determinar si las tareas de mantenimiento agregan valor, use diferentes medidas para cada categoría que las consecuencias de la falla pueden introducir:

- ✓ Seguridad o regulación: reducir la probabilidad de falla a un nivel aceptable.
- ✓ Producción: reducir el riesgo de falla a un nivel aceptable.
- ✓ Para el resto: costo de las tareas de mantenimiento preventivo a un valor menor que el costo de una reparación imprevista más el costo de pérdida de capacidad.

Recomendaciones para los cambios (si son necesarios):

- Mantenga el mismo procedimiento, si es efectivo.
- Elimine el procedimiento si es inefectivo.
- Modifique el procedimiento para que sea efectivo.
- Agregue un nuevo procedimiento.

3.23. El FMEA

Después también se ha hablado, la confiabilidad se alcanzaba con la prueba y el uso de técnicas que desarrollaban índices de la probabilidad de los fallos. Pero se hacían en la última etapa de desarrollo. Ahora el desafío es diseñar la calidad y confiabilidad en las primeras etapas para evitar la pérdida de tiempo y dinero. [1]

Razones que hacen que la responsabilidad del personal de operación y mantenimiento en la mejora de confiabilidad de activos físicos en determinada planta aumenta y su nivel de capacitación se amplía, el uso de técnicas adicionales preventivas y predictivas pueden garantizar tales requerimientos. Uno de los procedimientos que involucra la comprensión de fallas potenciales y sus consecuencias sobre activos y sistemas conjuntos es el análisis de modos de falla y efectos FMEA (Failure Modes and Effects Analysis). El FMEA es una técnica proactiva multidisciplinaria de análisis de confiabilidad, de aseguramiento de calidad, de estimación de riesgo y seguridad más comúnmente usada a nivel industrial. [2]

Básicamente, el propósito del FMEA es identificar y evaluar sistemáticamente las fallas potenciales, es decir, todos los posibles caminos en los cuales un activo, artículo, equipo, proceso, producto o en términos generales sistema podría fallar, para determinar cómo estas fallas pueden afectar la operación local en un componente o en el sistema completo, con el objeto de proponer soluciones y acciones correctivas que puedan eliminar tales fallas potenciales. [3]

Aun cuando el FMEA es una herramienta esencial de confiabilidad, ésta respalda y complementa otras tareas de ingeniería a través de la identificación de áreas en las cuáles el esfuerzo debe ser concentrado. Los resultados del FMEA no son sólo usados para proveer una orientación al diseño, ya que son usados favorablemente como parte del análisis de planificación de mantenimiento, evaluación de vulnerabilidad y sobrevivencia, análisis de riesgo y seguridad, entre otros.

Razón por la cual el FMEA se considera una herramienta de investigación a posibles fallas mecánicas y deterioro funcional de equipos y maquinarias constituyéndose uno de los pasos previos a la implementación del mantenimiento basado en la confiabilidad RCM, y cuya aplicación específica del FMEA será direccionada a la Ingeniería de Mantenimiento en el presente proyecto.

3.23.1. Caracterización general del FMEA definición del análisis de modos de falla y efectos

El FMEA es una de las técnicas de trabajo en equipo, estandarizado, cualitativo, de metodología inductiva más beneficiosa y productiva en la adecuada estructuración de programas de predicción de confiabilidad, de implementación de mantenimiento, de aseguramiento de calidad y de evaluación de riesgo mejor adaptada para sistemas mecánicos y eléctricos.

3.23.2. Propósitos del método FMEA

Mediante un análisis lógico, sistemático y estructurado los principales propósitos del FMEA son:

- a) Examinar cada elemento o parte constitutiva de un sistema identificando, listando y evaluando posibles fuentes indeseadas de falla de componentes
- b) Determinar y evaluar el grado de severidad de los efectos o consecuencias locales y sobre la operación del sistema completo.
- c) Determinar las causas o mecanismos que originen la falla.
- d) Identificar acciones correctivas que podrían prevenir, eliminar o mitigar posibles fallas potenciales, es decir aquellas fallas que tienen una muy considerable probabilidad de ocurrencia.
- e) Identificar controles que mejoren la posibilidad de detectar fallas tempranas.
- f) Documentar todo el proceso desarrollado.

Una parte importante del FMEA también incluye analizar la criticidad, involucrando cuán perjudicial son los efectos de los modos de falla sobre la operación del sistema, la cual se estima con niveles de ocurrencia y severidad de los diferentes efectos de falla.

Cuando la criticidad es considerada en un FMEA, el nombre es cambiado a Análisis de Modos de Falla, Efectos y Criticidad FMECA (Failure Modes, Effects and Criticality Analysis) y una sección adicional es añadida en el procedimiento y en el formato tabular del FMEA. Hoy en día, el FMEA es a menudo usado intercambiamente con el Análisis de Modos de Falla, Efectos y Criticidad FMECA, la distinción entre los dos términos ha sido empañada. En este documento, el término FMEA es usado en un sentido general donde se incluye tanto FMEA como FMECA. [4]

3.23.3. Análisis de resultados RPN (Número Prioritario de Riesgo)

El análisis de los resultados RPN que se desarrolla a continuación muestra los diferentes tipos de tareas con las cuales se pretende intervenir los modos de falla que generan mayor impacto en el funcionamiento del sistema de bombeo. Este procedimiento se realiza después de haber hecho el primer cálculo del RPN en donde se jerarquizan los modos de falla.

3.23.4. Cálculo del RPN (Número Prioritario de Riesgo)

En este numeral se muestra el cálculo del RPN mediante la evaluación de la severidad, la probabilidad de ocurrencia y la posibilidad de detección. El análisis que se desarrolla conserva la misma función principal y funciones secundarias, lo único que varía son los modos de falla que se eliminan al realizar las acciones modificativas. EL RPN: la severidad * ocurrencia y la detención [5]

4. METODOLOGÍA

La presente indagación respondió a la utilización del método descriptivo, es decir que la información fue recolectada sin reemplazar el entorno y se basó en la recolección de información por encuesta y con la ayuda de la tabla “FMEA” y RPN que me permito calcular el estado que se encuentra la línea de empaclado, la propuesta para desarrollar el tema y obtener nuestros resultados está en el diseño de un plan de mantenimiento preventivo anexado en el presente documento como se puede visualizar en la figura 10.

4.1. Pasos para el desarrollo de la hoja de cálculo de FMEA y RPN

FMEA HOJA DE CÁLCULO

puede ser usada para

1. Identificar modos de Problema potenciales y su impacto en la confiabilidad del proceso o actividad
2. Calsificar los defectos potenciales para establecer prioridades- El componente con mayor numero RPN necesita mas atención.
3. Capturar los planes de acción, y el estatus en los altos RPN de los componentes.

Nota : Los documentos del FMEA deben ser actualizados periodicamente

Organización hoja de cálculo:

Descripción - explicación de las celdas dela hoja de calculo
FMEA - Hoja actual usada para introducir datos
Severidad/Probabilidad/Detectabilidad - Guías de consulta para las clasificaciones de 1-10 en estas categorías
Ejemplo - ejemplo parcial de un proceso del FMEA

Figura 10: Pasos para desarrollar la hoja de cálculo FMEA y RPN

Fuente: Metodología para la recolección de información mediante FMEA y RPN

4.2. Los beneficios de FMEA

El proceso básico implica una serie de pasos importantes para completar un FMEA de valor agregado, independientemente del tipo o el propósito de ese FMEA.

Además, puede haber múltiples pasos menores dentro de cada uno de estos pasos principales. Una vez que se ha establecido un equipo de FMEA, el primer paso es determinar el alcance del esfuerzo de FMEA, que brinda una mayor probabilidad de completarlo con éxito. Luego, el equipo define las interfaces del esfuerzo FMEA enfocado para que los efectos puedan ser identificados. Luego, los principales componentes del enfoque FMEA se definen (y se desglosan según sea necesario), junto con cada uno de sus modos de falla, causas raíz, indicadores de falla, criticidades de falla, probabilidades de falla y efectos usando ambas experiencias del miembro del equipo con el área de enfoque FMEA, así como también cualquier historial de fallas disponible. Algunos de los esfuerzos FMEA más tradicionales se detienen aquí. Sin embargo, hemos visto que los esfuerzos FMEA más efectivos toman este análisis y le agregan las tareas y frecuencias de mitigación para cada candidato característico clave e identifican las tareas de mitigación seleccionadas para implementar, asegurando que las tareas de mitigación seleccionadas en realidad proporcionen valor ya sea detectando falla al inicio de su modo de falla o evitar que ocurra una falla en primer lugar.

La clave del éxito de este proceso FMEA está en su aplicación, solo aplicando el paso individual, así como el detalle de este paso, según sea necesario para el esfuerzo FMEA específico. Asegurando que las tareas de mitigación seleccionadas en realidad proporcionen valor ya sea detectando la falla al comienzo de su modo de falla o evitando que ocurra una falla en primer lugar.

4.3. Valor del RPN

Este valor se obtiene con la multiplicación de la probabilidad por el impacto por la detección, generando el número de prioridad del riesgo o como se conoce en sus siglas en inglés:

RPN: Risk Priority Number.

NPR = probabilidad * impacto * detección

Número de riesgo prioritarios (RPN) es un elemento importante utilizado en FMEA es integral a la elección de una acción en contra de los modos de fallo. Son los valores de umbral en la evaluación de estas acciones.

Después de clasificación de la severidad, ocurrencia y detección de la RPN se puede calcular fácilmente multiplicando estos tres números:

Ecuación 1

$RPN = S \times O \times D$

Esto tiene que ser hecho por y para todo el proceso / o diseño. Una vez hecho esto, es fácil de determinar las áreas de mayor preocupación.

Los modos de fallo que tienen el mayor RPN se debe dar la máxima prioridad para la acción correctiva. Esto significa que no siempre los modos de fallo con los números de mayor gravedad que debe ser tratada primero. No puede haber fallas menos graves, pero que ocurren con más frecuencia y son menos detectables.

Después de estos valores se asignan, las acciones recomendadas con los objetivos, la responsabilidad y las fechas de aplicación se indican. Estas acciones pueden incluir la inspección específica, las pruebas o los procedimientos de calidad, rediseño (como la selección de nuevos componentes), la adición de más redundancia y la limitación de las tensiones ambientales o de funcionamiento. Una vez que las acciones han sido implementadas en el diseño / proceso, la RPN nueva debe ser verificado, para confirmar las mejoras. Estas pruebas se ponen a menudo en los gráficos, para una fácil visualización. Cada vez que un diseño o un proceso de cambios, un FMEA debe ser actualizada.

4.4.RPN

Número prioritario de riesgo (**RPN**) la combinación del peso entre severidad, Ocurrencia, y Detección.

Severidad: Sobre una escala de 1- 10, se evalúa cada falla (10=la más severa).

Tabla 3: Efecto de severidad

Efecto	Efecto de Severidad	Valor
Peligroso sin alerta	Valor de severidad muy alto cuando un modo de Problema potencial afecta la operación del sistema sin alerta	10
Peligroso con alerta	Valor de severidad muy alto cuando un modo de Problema potencial afecta la operación del sistema con alerta	9
Muy alto	Identificar modos de Problema potenciales y su impacto en la confiabilidad del proceso o actividad	8
Alto	Sistema inoperable con equipo dañado	7
Moderado	Sistema inoperable con daños menores	6
Bajo	Sistema inoperable sin daños	5
Muy bajo	Sistema operable con una significativa degradación de Rendimiento	4
Menor	Sistema operable con una degradación de Rendimiento	3
Muy menor	Sistema operable con mínima interferencia	2
Ninguno	No hay efectos	1

Fuente: FMEA

4.5. Probabilidad u Ocurrencia

Escriba abajo las posibles causas potenciales, y sobre una escala de 1 – 10, se evalúa cada probabilidad de ocurrencia de cada falla (10= la más probable).

Tabla 4: Probabilidad de fallo

PROBABILIDAD de Fallo	Prob. Fallo	VALOR
Muy alta: Problemas casi Inevitables	>1 in 2	10
	1 in 3	9
Alta: Fallos Repetitivos	Identificar modos de Problema potenciales y su impacto en la confiabilidad del proceso o actividad	8
	1 in 20	7
Moderadas: Problemas Ocasionales	1 in 80	6
	1 in 400	5
	1 in 2,000	4
Baja: Pocas Problemas Relativamente	1 in 15,000	3
	1 in 150,000	2
Remota: Problema Inverosímil	<1 in 1,500,000	1

Fuente: FMEA

4.6. Detectabilidad u Detección:

Examine el diseño corriente, luego, sobre una escala de 1- 10, se evalúa la detección de cada falla (10=la menos detectable).

Tabla 5: Probabilidad de detección

Detección	Probabilidad de la DETECCIÓN	Valor
Absoluta Incertidumbre	El control del diseño no puede detectar una causa potencial/mecanismo y modo de fallo subsecuente	10
Muy remota	Muy remota la probabilidad del control de diseño para detectar causas potenciales/mecanismos y modos de fallos subsecuentes	9
Remota	Identificar modos de Problema potenciales y su impacto en la confiabilidad del proceso o actividad	8
Muy baja	Muy baja la probabilidad del control de diseño para detectar causas potenciales/mecanismos y modos de fallos subsecuentes	7
Baja	Baja la probabilidad del control de diseño para detectar causas potenciales/mecanismos y modos de fallos subsecuentes	6
Moderada	Moderada la probabilidad del control de diseño para detectar causas potenciales/mecanismos y modos de fallos subsecuentes	5
Muy moderada	Muy moderada la probabilidad del control de diseño para detectar causas potenciales/mecanismos y modos de fallos subsecuentes	4
Alta	Alta la probabilidad del control de diseño para detectar causas potenciales/mecanismos y modos de fallos subsecuentes	3
Muy alta	Muy alta la probabilidad del control de diseño para detectar causas potenciales/mecanismos y modos de fallos subsecuentes	2
Casi seguro	Control de diseño detectará causas potenciales/mecanismos y modos de fallos subsecuentes	1

Fuente: FMEA

4.7. Descripción de la hoja de trabajo


Descripción de las hojas de trabajo del FMEA																	
Identificar modos de Problema potenciales y su impacto en la confiabilidad del proceso o actividad																	
Sistema _____	Modos de Problema y analisis de efectos Potenciales					FMEA Numero _____											
Subsistema _____						Elaborado por _____											
Componentes _____						FMEA Fecha _____											
Diseñador _____	Fecha _____					Fecha de revision _____											
Equipo de analisis _____						Pagina _____ de _____											
Parte/ Funcion	Modo(s) Potencial(es) de Problema(s)	Efecto(s) Potencial(es) de Problema(s)	Sev	Causa(s) Potencial(es)	Ocu	Diseño de controles	Det	RPN	Accion(es) Recomendada (s)	Responsable y Fecha Objetivo	Resultados de las acciones						
											Accion(es) Tomada(s)	Nueva Sev	Nueva Ocu	Nueva Det	Nuevo RPN		
Contención del líquido refrigerador. Conexión de la manguera. Llenado del líquido refrigerador.	Rotura/Grieta. Explosión. Flexión de la pared lateral. Mal sello. Poca retención de la manguera	Goteo	8	Sobrepresion	8	Validacion del ciclo de presion.	1	64	Prueba incluyendo prototipo y la validacion en la produccion.	J.P. Aguirre 11/195 E. Eglin 8/196							
Escriba debajo cada Modo de Falla y efecto potencial.									Responsable de planear y hacer el seguimiento								
Severidad - Sobre una escala de 1-10, se evalua cada falla (10= la mas severa). Ver severidad									Numero Prioritario de Riesgo (RPN) - La combinacion del peso entre Severidad, Ocurrencia, y Deteccion. RPN = Sev X Ocu X Det								
Ocurrencia - Escriba abajo las posibles causas potenciales, y sobre una escala de 1-10, se evalua cada probabilidad de ocurrencia de cada falla (10= la mas probable). Ver Ocurrencia																	
Deteccion - Examine el diseño corriente, luego, sobre una escala de 1-10, se evalua la deteccion de cada falla. (10 = la menos detectable). Ver Deteccion.																	

Figura 11: Descripción de la hoja de trabajo

Elaborado por: El Autor

4.7.1. Etapa 1:

Recolección de información.

Esta etapa se llevó a cabo, a través de un diálogo realizado a los operarios de la línea de empacado de leche de un litro, con el objetivo de facilitar las labores de revisión y determinar el estado actual de la máquina.

4.7.2. Etapa 2:

Seleccionar el plan de mantenimiento preventivo.

El plan de mantenimiento preventivo está basado en las especificaciones de la máquina, de acuerdo al FMEA y RPN.

El plan de mantenimiento de acuerdo al FMEA Y RPN abarca lo siguiente:

- Severidad
- Ocurrencia
- Detectabilidad u detección

4.8. Método FMEA

4.8.1. El FMEA

El Análisis de Modo de Falla y Efecto, mejor conocido como FMEA por las siglas en inglés de Failure Mode Analysis and Effects es una herramienta simple, versátil y poderosa que ayuda al equipo a identificar los defectos en el proceso que deberían ser eliminados o reducidos. La meta del FMEA es la de delinear los pasos del proceso que están en riesgo de contribuir a una falla.

4.8.1.1. El FMEA es una aproximación estructurada para:

Identificar las formas en las que el proceso puede fallar para cumplir con los requerimientos críticos del cliente.

Estimar el riesgo de las causas específicas de esas fallas.

Evaluar el plan de control actual para prevenir que ocurran fallas.

Priorizar las acciones que tiene que llevarse a cabo para solucionar algún problema en el proceso

4.8.1.2. Los propósitos y beneficios del FMEA

Los elementos críticos que controlan la insatisfacción del cliente, con el FMEA se tendrán beneficios adicionales que incluyen la habilidad para:

- Documentar y darle seguimiento a las acciones que se están llevando a cabo para reducir un riesgo.
- Identificar los pasos que generan y los que no generan valor.
- Identificar la variación del proceso causada por el personal o su entrenamiento.
- Mejorar la calidad y confianza de productos y servicios
- Reducir el tiempo y costo de desarrollo del producto.

4.9. Procesos del empaqueo de leche de un litro en la empresa Parmalat



Figura 12: Proceso del empaqueo de leche de un litro

Elaborado por: El Autor

a) Recepción

Se recibe de la producción lechera en camiones que se pesan en la entrada de las instalaciones

b) Control de calidad /muestras de laboratorio

Una vez en la industria elaborada, una correcta manipulación y control/de calidad y de los parámetros requeridos son fundamentales para que la leche sea segura y de calidad.

c) Almacenamiento en los tanques de recepción

Enfriamiento de la leche tiene 2 objetivos para evitar:

Multiplicación de bacterias.

Aumenta el tiempo de almacenamiento.

d) Procesos lácteos

Almacenamientos refrigerados y se conserva a una temperatura de 3-4°C

e) Pasteurización

Consiste en desinfectar la leche se somete primeramente al calor, sin llegar a los 100 grados centígrados.

f) Esterilización

Es sometido a un proceso térmico suficiente para asegurar de gérmenes patógenos, toxígenos o toxinas.

g) Estandarización de la leche

Es donde mantienen el contenido graso a nivel estable estandarizado a 3% de materia grasa.

h) Empacado de la leche de un litro

Forma tipo de almohada

Material de embalaje en un compuesto que consta de una película de lámina enrollada que pasa por las mordazas donde es empacada la leche de 1 litro.

i) Comercialización

Producto final listo para ser consumido y distribuido para los distintos supermercados y consumo humano.

4.9.1. Cómo efectuar un mantenimiento preventivo efectivo en el área de empaque de leche de un litro.

Se han tomado en cuenta varios aspectos necesarios mediante el estudio y la investigación y es necesario tomar en cuenta lo siguiente:

4.9.2. Mensaje de proceso

- Los mensajes del proceso descritos en la tabla de aquí abajo aparecen en la plantilla
- La envasadora aséptica también utiliza señales sonoras y señales luminosas

Tabla 6: Mensaje de Proceso

MENSAJE	SEÑAL LUMINOSA	SEÑAL SONORA	CAUSA	ACCIÓN
Trasformador del trasportador Sobrecargado	Naranja encendida	X	Trasformador esta desconectado	Controlo y reajuste el interruptor de seguridad
Barra balancín atascada	Naranja encendida	X	Barra balancín está en la posición superior más alta.	Controle el desenrollado de la película y retire cualquier Obstrucción.
Falla en el fechador	Naranja encendida	X	Alarma de temperatura del fechador o se ha Terminado el polio metalizado de color	Vea las instrucciones del fabricante del fechador para mayores detalles.
Fin de la Película realice empalme	Naranja encendida	X	La película se está terminando	Cambie el rollo de la película y reajuste la alarma activando la Empalmadora
Puerta del gabinete de película	Naranja encendida	X	La puerta del gabinete está abierta	Cierre la puerta del gabinete
Puerta del gabinete De peróxido abierta	Naranja Encendida	X	La puerta del Gabinete está Abierta	Cierre la puerta del Gabinete

Elaborado por: El Autor

4.10. Mensajes de Error

Los mensajes de error descritos en la tabla aquí abajo aparecen en la página de alarmas en la pantalla.

Tabla 7: Mensaje de Error

MENSAJE	SEÑAL	SEÑAL	CAUSA	ACCIÓN
	LUMINOSA	SONORA		
Temperatura de la contraparte horizontal demasiado alta	Naranja Encendida	X	La temperatura de la mordaza del contra sellado horizontal está muy alta.	Controle la mordaza de contrasellado horizontal.
Temperatura de la contra parte horizontal demasiada baja	Naranja Encendida	X	Temperatura de la mordaza del contra sellado horizontal está muy alta.	
Temperatura horizontal Demasiada alta	Naranja Encendida	X	La temperatura de la mordaza caliente del sellado horizontal esta demasiada alta	Controle la mordaza caliente del sellado horizontal.
Temperatura horizontal demasiado baja	Naranja encendida	X	La temperatura de la mordaza caliente del Sellado	
Temperatura del peróxido de hidrógeno demasiado Alta.	Naranja encendida	X	La temperatura del peróxido de hidrogeno ha subido muy por encima del punto Restablecido.	Controles el baño de peróxido de hidrógeno.
Temperatura del peróxido de hidrógeno demasiado baja	Naranja encendida	X	La temperatura del peróxido ha bajado muy por debajo del punto establecido.	Controle el baño de Peróxido de hidrógeno.

Nivel del Baño de peróxido de Hidrógeno muy bajo	Naranja Encendida	X	El nivel de baño de peróxido de hidrógeno ha bajado por debajo del punto.	Llene los baños de peróxido de hidrógeno
Nivel bajo tolva frontal	Naranja Encendida	X	El nivel de baño de peróxido de Hidrógeno	Agregue peróxido de hidrógeno cambien los empaques

Elaborado por: El Autor

Los mensajes de error descritos en la tabla aquí abajo aparecen en la página de alarmas en la pantalla

Tabla 8: Mensaje de error de la pantalla

MENSAJE	SEÑAL LUMINOSA	SEÑAL SONORA	CAUSA	ACCIÓN
Trasformador del transportador sobrecargado	Naranja encendida	X	Trasformador esta desconectado	Controlo y reajuste el interruptor de seguridad
Barra balancín atascada	Naranja encendida	X	Barra balancín está en la posición superior más alta.	Controle el desenrollado de la película y retire cualquier Obstrucción.
Falla en el fechador	Naranja encendida	X	Alarma de temperatura del fechador o se ha terminado el polio metalizado de color	Vea las instrucciones del fabricante del fechador para mayores detalles.
Fin de la película/realice empalme	Naranja encendida	X	La película se está terminando	Cambie el rollo de la película y reajuste la alarma activando la Empalmadora
Puerta del Gabinete de película	Naranja encendida	X	La puerta del gabinete está abierta.	Cierre la puerta del gabinete
Puerta del Gabinete de peróxido abierta	Naranja encendida	X	La puerta del gabinete está abierta	Cierre la puerta del gabinete
Puerta del Gabinete sellado abierta	Naranja Encendida	X	La puerta del gabinete está abierta	Cierre la puerta del gabinete.

Elaborado por: El Autor

4.11. Equipo opcional

Los siguientes mensajes de alarma están relacionados con el funcionamiento del equipo opcional que puede ser agregado a la línea de producción aséptica en bolsas.

Tabla 9: Equipo opcional

MENSAJE	SEÑAL LUMINOSA	SEÑAL SONORA	CAUSAS	ACCIÓN
Parada de un equipo al final de la línea	Naranja encendida	X	Standipak, autopacker o algún otro equipo al final de la línea se ha detenido	Arranque el equipo al final de la línea y la envasadora nuevamente
Presión del aire comprimido baja (opción)	Naranja encendida	X	Presión del aire bajo	Controle el suministro de aire
No hay cajas trasportadoras	Naranja encendida	X	No que dan cajas trasportadoras	Agreguen más cajas trasportadoras
Atascamiento de caja trasportadoras después del autopacker	Naranja encendida	X	Atascamiento después del autopacker	Retire el objetivo del atascamiento
Standipak sin etiquetas	Naranja encendida	X	Standipak se ha quedado sin etiquetas	Reemplace el rollo vacío por uno lleno.

Elaborado por: El Autor

4.12. Localización y reparación de averías.

Cuando se detecta un malfuncionamiento durante el procesamiento, use la tabla de localización y reparación de averías de aquí para solucionar el problema.

Tabla 10: Localización de averías

Problema	Controle que:
La bolsa tiene un problema de pérdida	El estado de la cinta teflón sea bueno. El estado de las gomas siliconadas sea bueno La presión de sellado está dentro de los límites aceptables. El alineamiento de las mordazas de sellado sea correcto El alineamiento vertical de la película sea Correcto
La exactitud de dosificado varia	El estado de las juntas en la unidad de dosificado este bien. El suministro de aire para el cilindro de accionamiento de la unidad de dosificación sea correcto El suministro de producto sea continuo.
El producto no acabe en la bolsa	Controle la posesión de los rodillos de vacío
No hay suministros de energía eléctrica a la envasadora.	El fusible principal y los fusibles automáticos estén encendidos.
El cabezal de sellado no arranca al presionar el botón arranque.	El voltaje este encendido. Los botones de emergencia no hayan sido activados. No aparezcan alarmas en la página de alarmas La película haya sido enroscada de películas correctamente.
La mordaza de sellado no se mueve	La tensión del embrague del engranaje angular sea correcta. El ajuste de la frecuencia del transformador

	<p>del disyuntor de seguridad sea correcto.</p> <p>La condición y lubricación de las lavas y cojinetes sea satisfactoria.</p>
La película no está corriendo dentro de la maquina	<p>La película haya sido colocada correctamente.</p> <p>La unidad de des bobinado de película sea arrastrado por el motor de arrastre principal.</p> <p>La compresión del rodillo sea correcta.</p> <p>Las mordazas de sellado se muevan normalmente y que la goma silicona estén colocadas en su lugar en forma correcta.</p>

Elaborado por: El Autor

4.13. Mantenimiento

Antes de empezar los trabajos de mantenimiento

- Asegurarse de que tanto el suministro de energía como el suministro neumático del equipo han sido desconectado del interruptor principal.
- Asegurarse que el equipo no puede ser arrancado accidentalmente mientras los trabajos de servicio o mantenimiento son llevados a cabo.

Preferentemente, los trabajos de mantenimiento deben ser llevados a cabo después del procesamiento cuando la maquina necesite ser reparada o que se le efectuó un servicio durante la producción deben tomarse las precauciones necesarias para evitar la contaminación.

Atención: Solo personal autorizado y entrenado puede realizar los trabajos de servicio y mantenimiento, cuando cambie componentes, siempre use conexiones, interruptores y parámetros similares a los originales.

- Limpieza y esterilización: Realiza los procesos de limpieza y esterilización de acuerdo con la tabla de limpieza de la página siguiente.

Tabla 11: Limpieza y esterilización

Proceso de limpieza	Intervalo	Temp.	Presión	Duración	Agente limpiadora/método
Pre-esterilizado	Antes de cada Producción	>121 < °C	3-5 Bar	>20 min	Agua caliente 140°C
Sip (elecsteamer)	Durante cada pre-estéril	>20°C	1,5-3 bar	>20 min	Vapor caliente 121°C
Enfriado	Después de cada pre-Estéril	20°C	3-5 bar		Agua estéril 20°C
AIC (esterilizado)	Varias veces al día				Líquidos para Lavar
CIP	Diario	20°C	1,5-3 bar	5 min	Enjuague con Agua
Limpieza del cilindro de Control	Después de cada CIP				Detergente
Limpieza del control cilindro	Una vez por semana después del CIP				Detergente

Elaborado por: El Autor

4.13.1. Envasadora aséptica de bolsa EA 6000 LL

4.13.1.1. Peróxido de hidrógeno

El nivel del peróxido de hidrogeno en el contenedor de H₂O₂ que está situado en el gabinete neumático del primer cabezal en cada procesamiento del mantenimiento diario y llénelo si fuera necesario. El volumen del contenedor es 60L y debe ser dosificado con una solución de peróxido de hidrógeno al 30%

El contenido de las tolvas de peróxido de hidrógeno debe ser cambiado en cada pre-esterilización el peróxido de hidrógeno de los baños debe ser cambiado una vez por cada día de trabajo el consumo de peróxido de hidrogeno de la envasadora es el siguiente:

- Tolvas 1.1 L / envasadora / día de trabajo
- Baños 2.25 L / envasadora / día de trabajo

4.13.1.2. Mantenimiento e los selladores Cambio de los selladores y gomas-siliconadas

Las mordazas de sellado en caliente están cubiertas con cinta teflón para asegurar un despegue fácil (limpio) de la película después del sellado las mordazas de contra sellado están enfrentadas con bandas de goma-siliconadas que san cubiertas con cinta de teflón. Las gomas- siliconadas actual como un componente reluciente que absorbe el choque de las mordazas moviéndose rápidamente y compensa desalineamiento menores o distorsiones de las mordazas.

Controle el estado de la cinta de teflón y de las gomas- siliconas en la mordaza de sellado diariamente antes de comenzar con la producción cambie las partes desgastadas por nuevas cuando sea necesario.

ATENCIÓN

Los selladores pueden estar a caliente a más de + 200°C durante el procesamiento deje enfriar las mordazas de sellado antes de cambiar los teflones o las gomas- siliconadas

Para cambiar la cita teflón de la mordaza caliente:

1. Retire los teflones dañados
2. Fije un extremo de la cinta de teflón al eje y pegue el teflón alrededor de la mordaza
3. Fije el otro extremo de la cinta de teflón al segundo eje
4. Rote el eje durante aprox. Dos vueltas para ajustar las cintas de teflón.

5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Encuesta: Entrevista a los operarios de la línea de empackado de leche de un litro ELECSTER 6000 en la EMPRESA PARMALAT.

Pregunta 1

¿Cree usted que es necesario realizar un mantenimiento preventivo?

Tabla 12: Interpretación Pregunta 1

Total Entrevistados	Respuestas SI	Respuestas NO
4	3	1

Elaborado por: El Autor

Elaborado por: El Autor

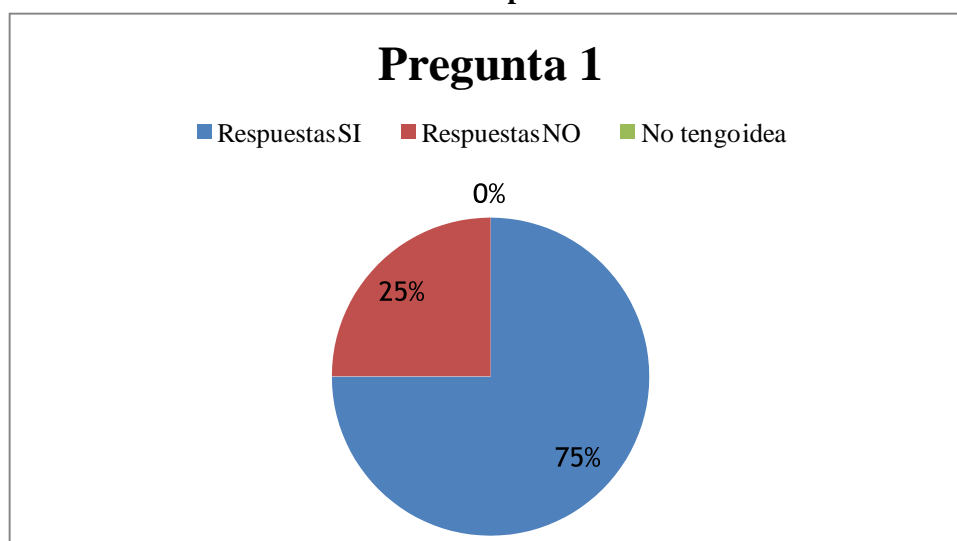


Figura 13: Interpretación de la respuesta Pregunta 1

Análisis e Interpretación

Es necesario realizar un plan de mantenimiento preventivo en la maquina empackadora de un litro porque existe un desconocimiento de la mayoría de operarios involucrados en la línea de empackado de leche

Pregunta 2

¿Conoce usted acerca del mantenimiento preventivo?

Tabla 13: Interpretación Pregunta 2

Total Entrevistados	Respuestas SI	Respuestas NO	No tengo idea
4	0	3	1

Elaborado por: El Autor

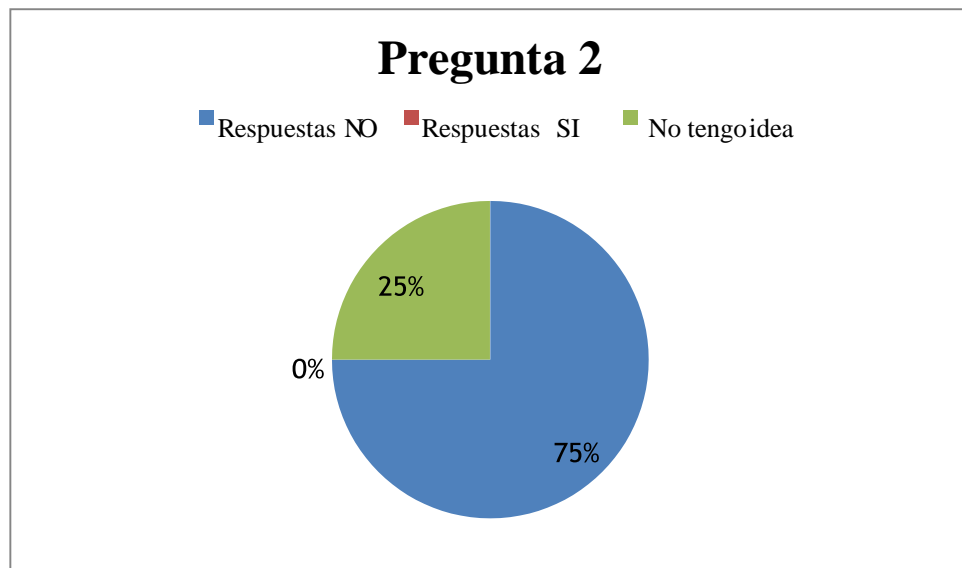


Figura 14: Interpretación de respuestas Pregunta 2

Elaborado por: El Autor

Análisis e Interpretación

Es importante aplicar un correcto mantenimiento preventivo a la máquina ELECSTER 6000 porque la mayoría de operarios no conocen acerca del tema y creen que es necesario aplicarlo a la línea de empaquetado de leche de un litro.

Pregunta 3

¿Alguna vez en su labor ha tenido inconvenientes con la máquina de empacado de leche de un litro?

Tabla 14: Interpretación Pregunta 3

Total Entrevistados	Respuestas SI	Respuestas NO	No tengo idea
4	2	1	1

Elaborado por: El Autor

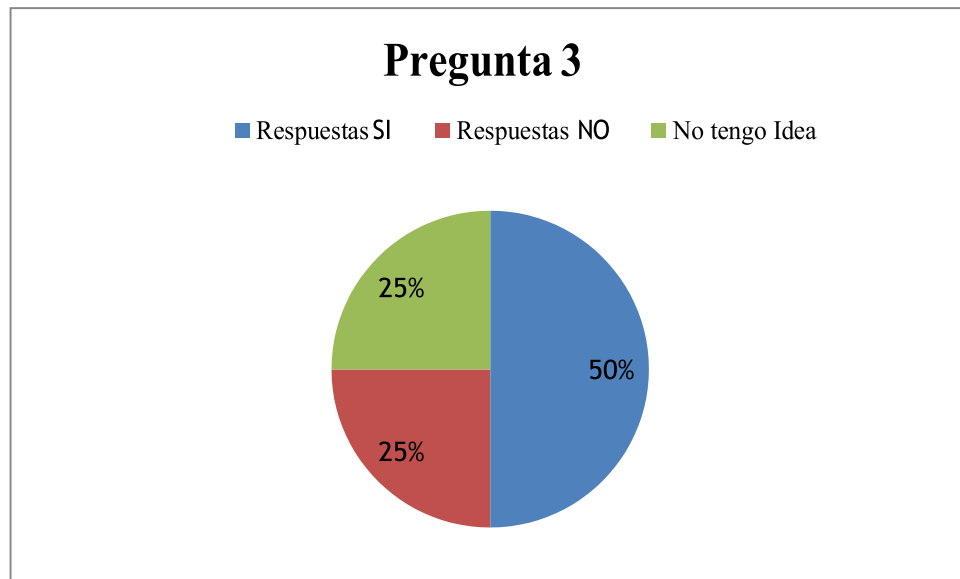


Figura 15: Interpretación de respuestas Pregunta 3

Elaborado por: El Autor

Análisis e Interpretación

Existe un porcentaje del 50% de inconvenientes con la máquina de empacado de leche de un litro para lo que es conveniente realizar un plan de mantenimiento preventivo para solucionar estos inconvenientes.

Pregunta 4

¿Al aplicar el plan de mantenimiento preventivo dentro de la línea de empacado de leche de un litro se solucionará los problemas?

Tabla 15: Interpretación Pregunta 4

Total Entrevistados	Respuestas SI	Respuestas NO	No tengo idea
4	2	1	1

Elaborado por: El Autor

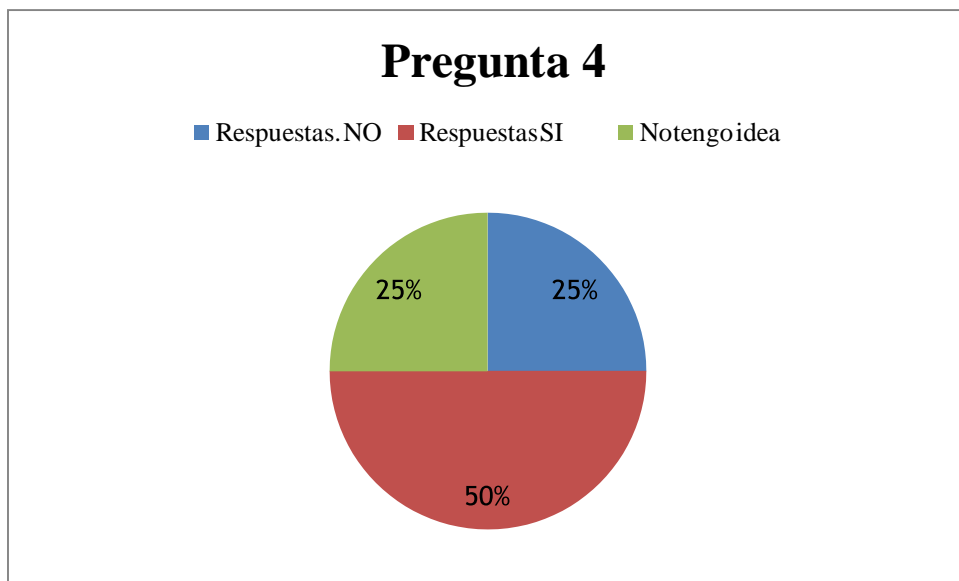


Figura 16: Interpretación de respuestas Pregunta 4

Elaborado por: El Autor

Análisis e Interpretación

La mayoría de operarios concuerdan que si se debe aplicar un plan de mantenimiento preventivo la misma que solucionará de manera efectiva los problemas en la línea de empacado de leche de un litro.

Pregunta 5

¿Considera usted importante el plan de mantenimiento preventivo en la máquina de empacado de leche?

Tabla 16: Interpretación Pregunta 5

Total Entrevistados	Respuestas SI	Respuestas NO	No tengo idea
4	2	1	1

Elaborado por: El Autor

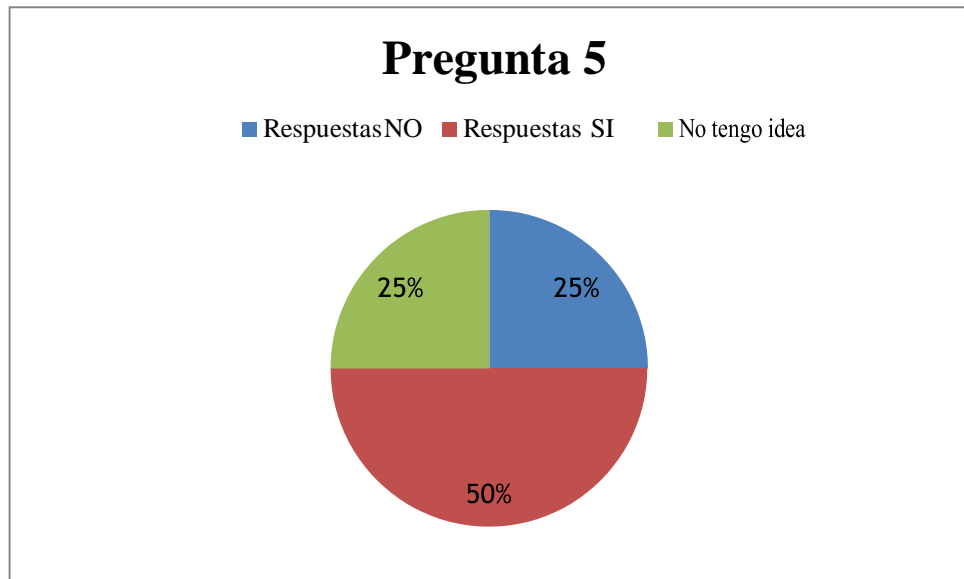


Figura 17: Interpretación de respuestas Pregunta 5

Elaborado por: El Autor

Análisis e Interpretación

La mayoría de operarios afirman que si es necesario implementar el plan de mantenimiento preventivo porque solucionará y evitará problemas en la máquina empacadora de leche de un litro.

Herramienta informática (matriz FMEA)

A partir de la razón específica con que fue enfocada la solución al problema fundamentado en la introducción de la presente Propuesta Tecnológica, se consideró pertinente orientar el plan de mantenimiento en la línea de empaçado de un litro de la empresa Parmalat.

Como resultado del plan de mantenimiento preventivo en la línea de empaçado de leche de un litro, mediante el uso de la herramienta informática (matriz FMEA) se obtuvo beneficios positivos en la producción donde la empresa no tuvo pérdidas económicas de materia prima.

Con la hipótesis mencionado anteriormente se realizó el plan de mantenimiento en la máquina ELECSTER 6000 correspondiente a la línea de empaçado de leche de un litro se obtuvo como resultado un eficiente rendimiento en la máquina y una mejora en el ámbito de la producción obteniendo rentabilidad en la empresa.

Aplicación del plan de mantenimiento con la herramienta (matriz FMEA) con la ejecución y correcta utilización de la misma se concluye que podemos verificar el grado de exposición a una posible para en la línea de empaçado de leche de un litro y mediante las acciones o recomendaciones se procede a la aplicación

Tabla 17: Tabla de resultados finales matriz FMEA

RESULTADOS FINALES MATRIZ FMA		
GRADO DE EXPOSICIÓN	RPN	POSIBLE EJECUCION
alto riesgo de falla	210 - 400	Se requiere una pronta ejecución en la máquina ELECSTER 600 ya que podría generar mayores consecuencias en la línea de empaçado de leche.
riesgo de falla medio	85 - 200	Es necesario una verificación visual a la maquina con ello saber si necesita un mantenimiento inmediato
riesgo de falla bajo	1 - 80	No es necesario una pronta ejecución de las acciones ya que estas no interviene directamente a las mismas

Elaborado por: El autor

Teniendo como resultados finales la tabla de comprobación y ejecución de la misma.

Nombre MÁQUINA ENVASADORA ASEPTICA DE BOLSAS
 Serial ELECSTER ER 6000
 Versión 1.03

Fallas RPN FMEA RCM

Número del FMEA
Elaborado por
Diego Quinatoa

Función	Potencia de modo fallas	Efecto	Severidad	Causa	Ocurrencia	Controles de detección	Detección	RPN	Resultado	Acciones Recomendadas	Responsable	Acciones Tomadas	Nueva Severidad	Nueva Ocurrencia	Nueva Detección	Nuevo RPN
Mordazas	Recalentamiento de mordazas > 300° C	Mal sellado derrame de leche	8	Sistema de control de la temperatura	6	Visual	8	384	Alto riesgo de falla	Uso de la ficha de mantenimiento	Operador	Se debe seguir las acciones recomendadas y se evitara el problema	8	3	8	192
	Falta de temperatura en las mordazas <300°C	Mal sellado fundas abiertas	8	Sistema de control de temperatura deficiente	6	Visual	8	384	Alto riesgo de falla	Uso de la ficha de mantenimiento	Operador y jefe de mantenimiento	Se debe seguir las acciones recomendadas y se evitara el problema	7	7	4	196
	Presión del sellado inadecuado	Mal sellado	7	Sistema deficiente	6	Visual a través de los manómetros	7	294	Riesgo de falla media	Revisión de manómetros	Operador	Se debe seguir las acciones recomendadas y se evitara el problema	6	5	5	150
	Falta de limpieza	Se contamina la leche	8	Derrame de silicondas	4	Operador visual	2	64	Riesgo de falla bajo	Limpieza antes de la producción	Operador	Se debe seguir las acciones recomendadas y se evitara el problema	3	3	4	36
Lavado aséptico intermedio	Falta de limpieza	No puede arrancar la producción	7	Acumulación de la leche	6	Visual	5	210	Alto riesgo de falla	Verificar si están limpias las tolvas	Operador	Se debe seguir las acciones recomendadas y se evitara el problema	3	5	4	60
Gabinete de lámpara	Comprobar el arranque de la lámpara	No detecta la película del cilindro	6	No detecta la película	5	Visual	8	240	Alto riesgo de falla	Comprobar si la lámpara funciona	Operador	Verificar la lámpara antes de la producción	6	6	3	108

Sistema de alimentación del producto	Programar un horario de entrega	Entrega puntual de la leche	8	Falta de reabastecimiento del producto	5	Visual	7	280	Alto riesgo de falla	Se activó programación de horarios de entrega	Bodega	Respetar la programación de entrega	7	5	3	105
	Falta de la materia prima	No se puede arrancar la producción	7	No se revisó los niveles estándares en la carga del producto	6	Visual	6	252	Alto riesgo de falla	Se activó programación de horarios de entrega	Bodega	Respetar la programación de entrega	5	6	5	150
Gabinete de transformador	Regleta de conexión no está iluminado	Esto indica que una lámpara necesita ser cambiada	7	No puede sellar correctamente	6	Operador Visual	5	210	Alto riesgo de falla	Verificar una hora antes la regleta de conexión	Jefe de mantenimiento	Seguir la acciones recomendadas y así evitar el problema	6	2	7	84
Tubería de producto y aire	La conexión entre el esterilizador y la envasadora no están conectadas	No permite la alimentación del producto a la envasadora	8	Revisar la conexión entre el esterilizador y la envasadora	6	Jefe de mantenimiento Visual	6	288	Alto riesgo de falla	El Jefe de mantenimiento hace las conexiones correctas	Jefe de mantenimiento	Jefe de mantenimiento siempre debe revisar las conexiones antes de la producción	7	4	6	168
Gabinete de trasmisión	El cabezal no cumple con todo el ciclo	El movimiento de los selladores son incorrectos	5	Mal sellado en la dimensión de la funda de leche	7	Operador Visual	6	210	Alto riesgo de falla	Jefe de mantenimiento ajusta la posición del cabezal antes de la producción	Jefe de mantenimiento	Siempre tener en cuenta el ajuste del cabezal	6	3	7	126
Gabinete neumático	Mal funcionamiento de la válvula principal	No regula la presión para los neumáticos	6	No se puede ajustar la contra presión de aire	4	Visual a través de los manómetros	5	120	Riesgo de fallo medio	Revisión de manómetros cada día	Jefe de mantenimiento	Se debe seguir las acciones recomendadas y se evitara el problema	6	2	7	84
Cambio de la resistencia de sellado	Pernos de fijación en mal estado de la resistencia de sellado	Resistencia de sellado daño frecuente	7	Derrame de silicona en el empaque	6	Jefe de mantenimiento y operador visual	6	252	Riesgo de falla alto	Se debe ajustar los tornillos cuidadosamente asegurando que la resistencia de sellado no se doble	Jefe de mantenimiento	Se debe seguir las acciones recomendadas y se evitara el problema	6	4	6	144

5.1. Resultados del estudio de los tiempos

Del estudio de tiempos de desarrollo se evidenció que la maquinaria ELECSTER 6000 presenta un déficit en el proceso de empaçado de leche de 1 litro. Por otra parte, se estableció el tiempo estándar para cada operación y proceso.

Además, se determinó el tiempo de ciclo por unidad de empaçado de leche de 4,5min.

- **Tiempo estándar:** Tiempo de proceso de empaçado de leche de 1 litro.

Tiempo estándar: 4,5min

- **Operadores:** Personal involucrado en el proceso productivo, en este caso son 4 operadores.

Número de Operadores	4
-----------------------------	---

- **Jornada:** Tiempo en el que cada trabajador realiza su labor diariamente, es decir 480minutos que equivalen a 8 horas de trabajo.

JORNADA	480min
----------------	--------

- **Empacado de leche /día:** Cantidad de productos que debería elaborarse en la jornada de trabajo vine dada por la siguiente fórmula siguiente:

$$\text{Empacado de leche de 1 litro al día} = \frac{(\text{operadores}) * (\text{Jornada})}{\text{Tiempo estándar con manuales}}$$

$$\text{Empacado de leche de 1 litro al día} = \frac{4 * (480)}{4,5}$$

Empacado de leche de 1 litro al día = 427 productos de leche empaçado por día.

- **Empacado de leche /hora:** Cantidad de prendas realizadas por hora de trabajo.

$$\text{Empacado de leche de 1 litro por horas} = \frac{(\text{Productos}) * (\text{Jornada})}{\text{Tiempo estándar con manuales}}$$

$$\text{Empacado de leche de 1 litro al día} = \frac{427 * 60}{480}$$

Empacado de leche de 1 litro al día = 53 productos por hora

5.2. Propuesta

En base a los resultados obtenidos se formuló la propuesta de mejora basada en un plan de mantenimiento en la línea de empackado de leche en la Empresa PARMALAT mediante el uso en la herramienta FMEA, la misma que permite conocer el estado de las piezas de la maquinaria ELECSTER 6000 y la calidad de las piezas actuales para posteriormente realizar labores de engrase, ajuste, limpieza, cambio de aceite. La elaboración de la propuesta cuenta con el respaldo y apoyo de la Gerencia General.

La ELECSTER 6000 es una máquina para la línea de producción de leche UHT (Ultra alta temperatura) o leche de larga duración ultra pasteurizada. El proceso es continuo y usa un sistema de sellado que previene la contaminación del producto.

Datos de la **ELECSTER 6000**

Tabla 18:Características de la máquina ELECSTER 6000

Línea ELECSTER 600	
Tipo	EA-6000 LL
Serie	00509
Año de manufactura	2003
Elecster 37800 Toijala Finlandia	

Elaborado por: EL autor

5.2.1. Máquina ELECSTER 6000



Figura 18: Máquina ELECSTER 6000

FUENTE: Investigación del campo.

Los encargados de realizar los servicios de mantenimiento preventivo a este equipo, así como también los distintos ajustes que hay que hacerlos. Los operadores de la maquina elecster, son los encargados de la limpieza del equipo y lugar de trabajo todos los días. En el caso de reparaciones bien complicadas, los de TETRA PAK son los únicos autorizados para realizar dichas reparaciones, ya que esta empresa a nivel mundial, es la que vende y repara este tipo de equipos de trabajo.

Un manual de mantenimiento es el conjunto de tareas de mantenimiento programado incluye una serie de equipos de la planta que habitualmente no son todos. Hay todo un conjunto de equipos que se consideran no mantenibles desde un punto de vista preventivo.

El mantenimiento preventivo se basa en las siguientes actividades:

5.2.2. Manual de Mantenimiento de Máquina ELECSTER 6000

	Manual de Mantenimiento de Máquina ELECSTER 6000 Cód. 00509			MÁQUINA
				ELECSTER 6000
Edición: 0				CÓDIGO
Descripción: se realiza los procesos de limpieza y de esterilización de acuerdo con la tabla de limpieza.				
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		ELECSTER 6000		
Marca	NACIONAL			
Modelo	N/A			
Procedencia	ECUADOR			
Dimensiones Aprox. Ancho/Profundidad/Al tura	1,9x6,0x2,0m			
Potencia	21HP			
Año de fabricación	2003			
Ubicación	Línea de empaqueo de leche de un litro.			
Existe manual	NO			
Requerimientos	Electricidad			
	Agua			
	Vapor			
Piezas principales	Pre esterilizador	Lavado aséptico intermedio	Gabinete de lámpara UV	Gabinete de sellado
Sistema de alimentación del producto	Gabinete de trasmisión	Gabinete de trasformador	Gabinete neumático	Tubería de producto y aire

Objetivo:

Definir las responsabilidades en cada uno de los operadores de trabajo, de acuerdo al manual de manteniendo ELECSTER 6000.


Alcance:

Responsabilizar al personal ante posibles riesgos del trabajo tomando en cuenta el ingreso y salida de los operadores.


Referencias:

Reglamento de plan de mantenimiento. Decreto Ejecutivo 3253, Registro Oficial 696 de 4 de noviembre del 2002.

5.2.3. Mantenimiento preventivo Pre esterilizador

Pre esterilizador		
Descripción: Se realiza el proceso de limpieza y esterilización de acuerdo con la tabla de limpieza, los detergentes apropiados para la limpieza de la máquina elecster 6000 incluye FV22.		
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	PRE ESTERILIZADOR	
Marca	Fristam	
Modelo	fpx7220501	
Procedencia	Colombia	
Dimensiones Aprox. Ancho/Profundidad/ Al Tura		
Potencia		5HP
Año de fabricación		-
Existe manual		No
Requerimientos		Electricidad
		Leche
		Vapor
Pasos para el mantenimiento del pre esterilizador:		
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Para la aplicación de mantenimiento de la pre esterilizado se debe hacer antes del arranque de la producción de la línea de empackado de leche. ➤ En la cual se realizan el proceso de enfriado después de cada esterilización, la limpieza de cilindros de control, la superficie de la maquina exterior e interior. Dónde los materiales que se utiliza para la limpieza de los cilindros son: una espátula para limpiar el acumulado de la grasa que se encuentra dentro del cilindro cada 8 horas. ➤ También se realiza la limpieza diaria de las paredes y pisos de la sala de procesamientos mediante el uso de los siguientes materiales: una escoba, trapeador, agua, franela y lo principal el detergente para lavar las paredes y el piso para que pueda arrancar la máquina. 		


5.2.3.1.Ficha de mantenimiento de Pre Esterilizador

		FICHA DE MANTENIMIENTO					
		Código:	AC-02	Versión:	1	Fecha Vigencia:	08/02/2018
Nombre del Equipo:		Empacadora de leche de un litro			Foto del Equipo:		
Marca:	ELECSTER	Modelo:	EA				
Serie:	500	Ubicación:	Cotopaxi - Lasso				
Fecha de compra (aaaa/mm/día):	19/10/2002						
A cargo de:	ING. JAVIER TAPIA			Lugar:	Lasso		
Datos Técnicos							
Tensión:		Intensidad:		Potencia:		Otra:	
Otros:							
Accesorios:							
Partes:							
PRECAUCIONES/MANTENIMIENTO PREVENTIVO.							
PRECAUCIONES/PELIGRO / ADVERTENCIA / PRECAUCION							
PRE ESTERILIZADOR		MANTENIMIENTO PREVENTIVO		MANTENIMIENTO CORRECTIVO		MANTENIMIENTO PREDICTIVO	
RECOMENDACIONES DE USO DE LA MÁQUINA EMPACADORA DE LECHE:							
MANTENIMIENTO OPERARIO:							
PARÁMETROS INICIALES QUE VA UTILIZAR: PARA EL MANTENIMIENTO							
MANTENIMIENTO PROGRAMADO (EN MESES):							
ING. de planta de mantenimiento:		ING. Javier Tapia			CELULAR	09998704440	
Dirección :		Antigua panamericana Norte Km 20	Elaboró por:	Diego Quinatoa			
Teléfonos:		(03) 2719 941 / (02) 2719 176					

5.2.4. Mantenimiento preventivo del lavado aséptico intermedio.

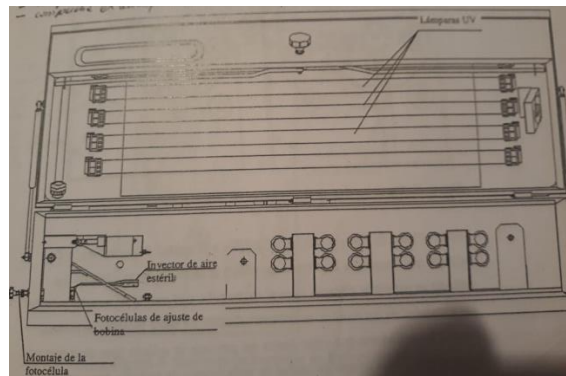
Lavado aséptico intermedio	
Descripción: Consiste en el proceso de limpieza en la línea de empaqueo de leche para prevenir y controlar la contaminación durante la producción.	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Marca	Fristam
Modelo	fpx7220501
Procedencia	Colombia
Dimensiones Aprox. Ancho/Profundidad/ Al tura	-
Potencia	5HP
Año de fabricación	2003
Existe manual	No
Requerimientos	Electricidad
	Leche
	Vapor
LAVADO ASÉPTICO INTERMEDIO	
	
Pasos para el mantenimiento de lavado aséptico intermedio:	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ El operador realiza la actividad de descontaminación para disminuir la carga de microbios a nivel de seguros para la manipulación del producto, donde utiliza el principal material que es el vapor para la descontaminación del producto cada 8 horas. ➤ De la misma manera el operador debe desinfectar los tubos por donde circula la materia prima permitiendo de esta manera la eliminación de los microbios mediante el uso del agente químicos desinfectantes espátula y un cepillo de ropa que se lo realiza cada 8 horas para el mantenimiento. 	

5.2.4.1.Ficha de mantenimiento del lavado aséptico intermedio


		FICHA DE MANTENIMIENTO			
		Código:	AC-02	Versión:	2
Nombre del Equipo:	Empacadora de leche de un litro			Foto del Equipo:	
Marca:	ELECSTER	Modelo:	EA		
Serie:	500	Ubicación:	Cotopaxi - Lasso		
Fecha de compra (año/mes/día):	19/10/2002				
A cargo de:	ING. JAVIER TAPIA		Lugar:	Lasso	
Datos Técnicos					
Tensión:		Intensidad:		Potencia:	Otra:
Otros:					
Accesorios:					
Partes:					
PRECAUCIONES/MANTENIMIENTO PREVENTIVO.					
PRECAUCIONES/PELIGRO / ADVERTENCIA / PRECAUCION					
LAVADO ASÉPTICO INTERMEDIO		MANTENIMIENTO PREVENTIVO		MANTENIMIENTO CORRECTIVO	
RECOMENDACIONES DE USO DE LA MÁQUINA EMPACADORA DE LECHE:					
MANTENIMIENTO OPERARIO:					
PARÁMETROS INICIALES QUE VA UTILIZAR: PARA EL MANTENIMIENTO					
MANTENIMIENTO PROGRAMADO (EN MESES):					
ING. de planta de mantenimiento:		ING. Javier Tapia		CELULAR	09998704440
Dirección :		Antigua panamericana Norte Km 20	Elaboró por:	Diego Quinatoa	
Teléfonos:		(03) 2719 941 / (02) 2719 176			

5.2.5. Mantenimiento preventivo de gabinetes de lámpara UV


Gabinetes de lámpara UV	
<p>Descripción: Realiza el ajuste de bobina que controlan la posición de la película, solo una de las fotocélulas detectar la película. Si ambas fotocélulas pueden detectar o no pueden la película, el cilindro eléctrico hace un movimiento corrector para asegurar que los bornes de la manga de película recubran en forma pareja de modo que el sellado vertical pueda sellarlas juntas.</p>	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	GABINETES DE LÁMPARA UV
Marca	Fristam
Modelo	fpx7220501
Procedencia	Colombia
Dimensiones Aprox. Ancho/Profundidad/ Al Tura	-
Potencia	5HP
Año de fabricación	2008
Existe manual	No
Requerimientos	Electricidad
	Leche
	Vapor
<p>Pasos para el mantenimiento del gabinete de lámpara UV:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ El operador debe aplicar el mantenimiento cada que culmina la producción de empackado de leche de un litro para, lo cual utiliza franelas que deben estar secas para limpiar el gabinete de lámpara. ➤ Para la limpieza de la bobina se debe utilizar una brocha pequeña y para la limpieza de los bornes se necesita una vaselina simple. ➤ Para el correcto mantenimiento del cilindro se debe utilizar una espátula para limpiar el resto de residuos que se quedan pegados en la pared del cilindro y una franela para la limpieza respectiva. 	




5.2.5.1.Ficha de mantenimiento de gabinete de lámpara UV

		FICHA DE MANTENIMIENTO					
		Código:	AC-02	Versión:	3	Fecha Vigencia:	08/02/2018
Nombre del Equipo:		Empacadora de leche de un litro			Foto del Equipo:		
Marca:	ELECSTER	Modelo:	EA				
Serie:	500	Ubicación:	Cotopaxi - Lasso				
Fecha de compra (año/mes/día):	19/10/2002						
A cargo de:	ING. JAVIER TAPIA			Lugar:	Lasso		
Datos Técnicos							
Tensión:		Intensidad:		Potencia:		Otra:	
Otros:							
Accesorios:							
Partes:							
PRECAUCIONES/MANTENIMIENTO PREVENTIVO.							
PRECAUCIONES/PELIGRO / ADVERTENCIA / PRECAUCION							
GABINETE DE LÁMPARA UV		MANTENIMIENTO PREVENTIVO		MANTENIMIENTO CORRECTIVO		MANTENIMIENTO PREDICTIVO	
RECOMENDACIONES DE USO DE LA MÁQUINA EMPACADORA DE LECHE:							
MANTENIMIENTO OPERARIO:							
PARÁMETROS INICIALES QUE VA UTILIZAR: PARA EL MANTENIMIENTO							
MANTENIMIENTO PROGRAMADO (EN MESES):							
ING. de planta de mantenimiento:		ING. Javier Tapia			CELULAR	09998704440	
Dirección :		Antigua panamericana Norte Km 20	Elaboró por:		Diego Quinatoa		
Teléfonos:		(03) 2719 941 / (02) 2719 176					

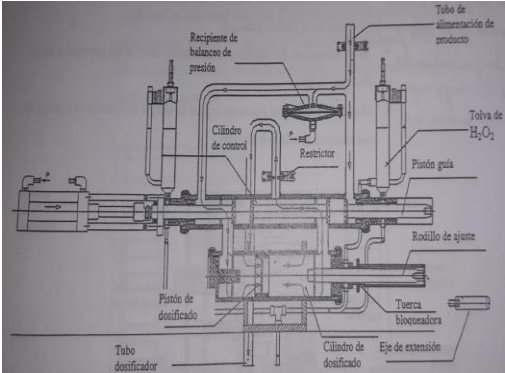
5.2.6. Mantenimiento preventivo de gabinetes de sellado

Gabinetes de sellado	
<p>Descripción: El collarín pliega la película en una manga también la envuelve alrededor del tubo dosificador dentro del gabinete de sellado. Además, el inyector de aire estéril inyecta aire estéril dentro del gabinete para asegurar las condiciones asépticas.</p> <p>Finalmente se realiza el sellado horizontal que tira de la película hacia abajo y hacia el extremo abierto del tubo dosificador.</p>	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	GABINETE DE SELLADO
Marca	Fristam
Modelo	fpx7220501
Procedencia	Colombia
Dimensiones Aprox. Ancho/Profundidad/ Al tura	-
Potencia	5HP
Año de fabricación	2008
Existe manual	No
Requerimientos	Electricidad
	Leche
	Vapor
	
<p>Pasos para el mantenimiento del gabinete de sellado.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ El operador debe aplica el mantenimiento cada que inicie la producción mediante el uso de franelas secas para limpiar el gabinete de sellado donde no puede estar húmedo para el correcto sellado y también se utiliza franelas para la limpieza de los tubos. 	


5.2.6.1.Ficha de mantenimiento de gabinetes de sellado

		FICHA DE MANTENIMIENTO					
		Código:	AC-02	Versión:	4	Fecha Vigencia:	08/02/2018
Nombre del Equipo:		Empacadora de leche de un litro			Foto del Equipo:		
Marca:	ELECSTER	Modelo:	EA				
Serie:	500	Ubicación:	Cotopaxi - Lasso				
Fecha de compra (año/mes/día):	19/10/2002						
A cargo de:	ING. JAVIER TAPIA			Lugar:	Lasso		
Datos Técnicos							
Tensión:		Intensidad:		Potencia:		Otra:	
Otros:							
Accesorios:							
Partes:							
PRECAUCIONES/MANTENIMIENTO PREVENTIVO.							
PRECAUCIONES/PELIGRO / ADVERTENCIA / PRECAUCION							
GABINETE DE SELLADO		MANTENIMIENTO PREVENTIVO		MANTENIMIENTO CORRECTIVO		MANTENIMIENTO PREDICTIVO	
RECOMENDACIONES DE USO DE LA MÁQUINA EMPACADORA DE LECHE:							
MANTENIMIENTO OPERARIO:							
PARÁMETROS INICIALES QUE VA UTILIZAR: PARA EL MANTENIMIENTO							
MANTENIMIENTO PROGRAMADO (EN MESES):							
ING. de planta de mantenimiento:		ING. Javier Tapia			CELULAR	09998704440	
Dirección :		Antigua panamericana Norte Km 20	Elaboró por:		Diego Quinatoa		
Teléfonos:		(03) 2719 941 / (02) 2719 176					

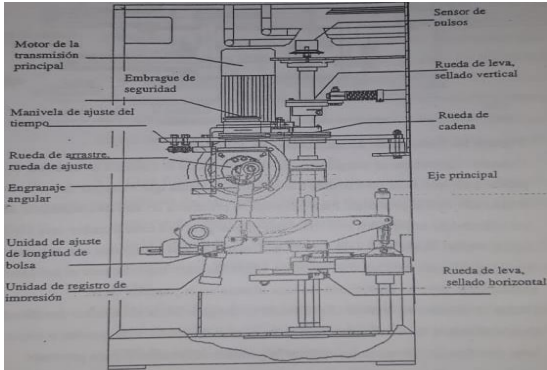
5.2.7. Mantenimiento preventivo de sistema de alimentación del producto

Sistema de alimentación del producto	
<p>Descripción: Se basa en el mantenimiento desde el esterilizador al sistema dosificador a través de la tubería de alimentación. Para reducir los choques de presión, dentro del sistema dosificador.</p>	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Marca	Fristam
Modelo	fpx7220501
Procedencia	Colombia
Dimensiones Aprox. Ancho/Profundidad/Altura	-
Potencia	5HP
Año de fabricación	2008
Existe manual	No
Requerimientos	Electricidad
	Leche
	Vapor
SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DEL PRODUCTO	
	
<p>Pasos para el mantenimiento de alimentación del producto:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ El operador debe realizar un mantenimiento en el sistema de alimentación del producto cada 8 horas mediante la esterilización con el químico H₂O₂ en los pistones suministrados con la finalidad de reducir los choques de presión dentro del sistema dosificador de la línea de empaclado de leche donde está programado el sistema. ➤ El operador debe realizar la limpieza diaria con 2 agentes químicos uno con soda cáustica y ácido nítrico el primero es el encargado de la eliminación de las grasas y el segundo para la desincrustación de proteínas. 	


5.2.7.1.Ficha de mantenimiento del sistema de alimentación del producto

		FICHA DE MANTENIMIENTO				
		Código:	AC-02	Versión:	5	Fecha Vigencia:
Nombre del Equipo:		Empacadora de leche de un litro			Foto del Equipo:	
Marca:	ELECSTER	Modelo:	EA			
Serie:	500	Ubicación:	Cotopaxi - Lasso			
Fecha de compra (año/mes/día):		19/10/2002				
A cargo de:		ING. JAVIER TAPIA		Lugar:	Lasso	
Datos Técnicos						
Tensión:		Intensidad:		Potencia:	Otra:	
Otros:						
Accesorios:						
Partes:						
PRECAUCIONES/MANTENIMIENTO PREVENTIVO.						
PRECAUCIONES/PELIGRO / ADVERTENCIA / PRECAUCION						
SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DEL PRODUCTO		MANTENIMIENTO PREVENTIVO		MANTENIMIENTO CORRECTIVO		
RECOMENDACIONES DE USO DE LA MÁQUINA EMPACADORA DE LECHE:						
MANTENIMIENTO OPERARIO:						
PARÁMETROS INICIALES QUE VA UTILIZAR: PARA EL MANTENIMIENTO						
MANTENIMIENTO PROGRAMADO (EN MESES):						
ING. de planta de mantenimiento:		ING. Javier Tapia		CELULAR	09998704440	
Dirección :		Antigua panamericana Norte Km 20	Elaboró por:	Diego Quinatoa		
Teléfonos:		(03) 2719 941 / (02) 2719 176				

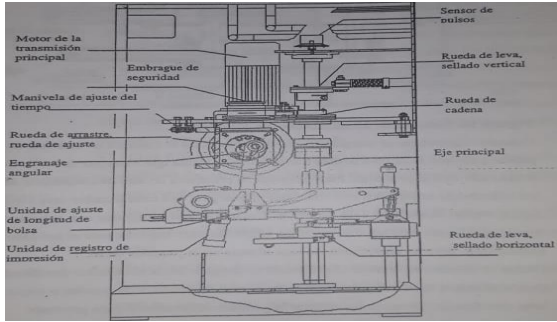
5.2.8. Mantenimiento preventivo del gabinete de transmisión

Gabinete de Transmisión	
<p>Descripción: La transmisión de potencia de la envasadora se lleva a cabo por medio de levas y una manivela. Los cilindros son controlados por un sensor de pulso situado encima del eje principal donde el operador de la línea de empaquetado puede verificar si esta cumple con todo el ciclo.</p>	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Marca	Fristam
Modelo	fpx7220501
Procedencia	Colombia
Dimensiones Aprox. Ancho/Profundidad/ Al tura	-
Potencia	5HP
Año de fabricación	2007
Existe manual	No
Requerimientos	Electricidad
	Leche
	Vapor
GABINETE DE TRANSMISIÓN	
 <p>El diagrama muestra un corte transversal del mecanismo de transmisión. Los componentes etiquetados son:</p> <ul style="list-style-type: none"> Motor de la transmisión principal Embrague de seguridad Manivela de ajuste del tiempo Rueda de arrastre Rueda de ajuste Engranaje angular Unidad de ajuste de longitud de bolsa Unidad de registro de impresión Sensor de pulsos Rueda de leva, sellado vertical Rueda de cadena Eje principal Rueda de leva, sellado horizontal 	
<p>Pasos para el mantenimiento del gabinete de transmisión:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ El operador debe realizar un mantenimiento cada 2 días en el gabinete de transmisión para que los cilindros sean controlados por un sensor de pulso manera adecuada. Para el mantenimiento se debe utilizar franelas para la limpieza de los cilindros y para el sensor de pulso se utiliza un multímetro para la verificación de su funcionamiento correcto. 	


5.2.8.1.Ficha de mantenimiento del gabinete de transmisión

		FICHA DE MANTENIMIENTO				
		Código:	AC-02	Versión:	6	Fecha Vigencia:
Nombre del Equipo:		Empacadora de leche de un litro			Foto del Equipo:	
Marca:	ELECSTER	Modelo:	EA			
Serie:	500	Ubicación:	Cotopaxi - Lasso			
Fecha de compra (año/mes/día):	19/10/2002					
A cargo de:	ING. JAVIER TAPIA			Lugar:	Lasso	
Datos Técnicos						
Tensión:		Intensidad:		Potencia:		Otra:
Otros:						
Accesorios:						
Partes:						
PRECAUCIONES/MANTENIMIENTO PREVENTIVO.						
PRECAUCIONES/PELIGRO / ADVERTENCIA / PRECAUCION						
GABINETE DE TRNSMISIÓN		MANTENIMIENTO PREVENTIVO	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	MANTENIMIENTO PREDICTIVO		
RECOMENDACIONES DE USO DE LA MÁQUINA EMPACADADORA DE LECHE:						
MANTENIMIENTO OPERARIO:						
PARÁMETROS INICIALES QUE VA UTILIZAR: PARA EL MANTENIMIENTO						
MANTENIMIENTO PROGRAMADO (EN MESES):						
ING. de planta de mantenimiento:		ING. Javier Tapia			CELULAR	09998704440
Dirección :		Antigua panamericana Norte Km 20	Elaboró por:	Diego Quinatoa		
Teléfonos:		(03) 2719 941 / (02) 2719 176				

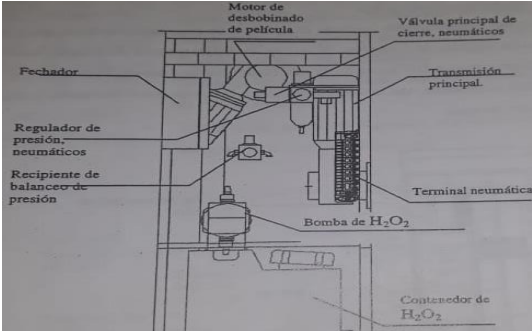
5.2.9. Mantenimiento preventivo del gabinete de transformador

Gabinete de transformador	
<p>Descripción: El gabinete de transformador contiene las bobinas de reactancia, el inversor y los leds para la regleta de conexión. Si uno de los leds no está iluminado, esto indica que una lámpara UV necesita ser cambiada por una nueva.</p>	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Marca	Fristam
Modelo	fpx7220501
Procedencia	Colombia
Dimensiones Aprox. Ancho/Profundidad/ Al Tura	-
Potencia	5HP
Año de fabricación	2006
Existe manual	No
Requerimientos	Electricidad
	Leche
	Vapor
<p>GABINETE DE TRASFORMADOR</p> 	
<p>Pasos para el mantenimiento del gabinete de transformador:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ El operador debe realizar el mantenimiento en el gabinete de transformador cada 24 horas para la verificación se debe utilizar un multímetro en las bobinas y en los leds para de esta manera comprobar si están funcionando correctamente y no exista fallas. 	


5.2.9.1.Ficha de mantenimiento del gabinete de transformador

		FICHA DE MANTENIMIENTO			
		Código:	AC-02	Versión:	7
Nombre del Equipo:	Empacadora de leche de un litro			Foto del Equipo:	
Marca:	ELECSTER	Modelo:	EA		
Serie:	500	Ubicación:	Cotopaxi - Lasso		
Fecha de compra (año/mes/día)::	19/10/2002				
A cargo de:	ING. JAVIER TAPIA		Lugar:	Lasso	
Datos Técnicos					
Tensión:	Intensidad:	Potencia:	Otra:		
Otros:					
Accesorios:					
Partes:					
PRECAUCIONES/MANTENIMIENTO PREVENTIVO.					
PRECAUCIONES/PELIGRO / ADVERTENCIA / PRECAUCION					
GABINETE DE TRANSFORMADOR		MANTENIMIENTO PREVENTIVO		MANTENIMIENTO CORRECTIVO	
MANTENIMIENTO PREDICTIVO					
RECOMENDACIONES DE USO DE LA MÁQUINA EMPACADADORA DE LECHE:					
MANTENIMIENTO OPERARIO:					
PARÁMETROS INICIALES QUE VA UTILIZAR: PARA EL MANTENIMIENTO					
MANTENIMIENTO PROGRAMADO (EN MESES):					
ING. de planta de mantenimiento:	ING. Javier Tapia			CELULAR	09998704440
Dirección :	Antigua panamericana Norte Km 20	Elaboró por:	Diego Quinatoa		
Teléfonos:	(03) 2719 941 / (02) 2719 176				


5.2.10. Mantenimiento preventivo del gabinete de neumático

Gabinete de neumático	
<p>Descripción: El gabinete neumático contiene la válvula principal de cierre y el regulador de presión para los neumáticos y la terminal neumática. Donde desde el regulador de presión se puede ajustar la contra presión del aire comprimido según el operador para que sea dirigida al recipiente de balanceo de presión para su buen funcionamiento en la línea de empacado</p>	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Marca	Fristam
Modelo	fpx7220501
Procedencia	Colombia
Dimensiones Aprox. Ancho/Profundidad/ Al Tura	-
Potencia	5HP
Año de fabricación	2008
Existe manual	No
Requerimientos	Electricidad
	Leche
	Vapor
<p>GABINETE DE NEUMÁTICO</p>  <p>El diagrama muestra un corte transversal del gabinete de neumático. Los componentes etiquetados son: Motor de desbobinado de película (parte superior central), Válvula principal de cierre, neumáticos (parte superior derecha), Transmisión principal (parte superior derecha, debajo de la válvula), Terminal neumática (parte superior derecha, debajo de la transmisión), Recipiente de balanceo de presión (parte inferior izquierda), Bomba de H₂O₂ (parte inferior central), y Contenedor de H₂O₂ (parte inferior derecha). Otros componentes no etiquetados pero visibles incluyen el Fecador (parte superior izquierda) y el Regulador de presión, neumáticos (parte superior izquierda, debajo del fecador).</p>	
<p>Pasos para el mantenimiento del gabinete de neumático:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ El operador debe realizar la limpieza correspondiente en el gabinete de neumático cada 8 horas con la finalidad del regular la presión del sellado de la leche de un litro para lo cual debe utilizar una franela para la limpieza y también deber verificar si no existen fugas de aire en las tuberías que se encuentran conectado con el gabinete neumático para su correcto sellado. 	


5.2.10.1. Ficha de mantenimiento del gabinete de neumático

		FICHA DE MANTENIMIENTO					
		Código:	AC-02	Versión:	8	Fecha Vigencia:	08/02/2018
Nombre del Equipo:		Empacadora de leche de un litro			Foto del Equipo:		
Marca:	ELECSTER	Modelo:	EA				
Serie:	500	Ubicación:	Cotopaxi - Lasso				
Fecha de compra (año/mes/día):	19/10/2002						
A cargo de:	ING. JAVIER TAPIA			Lugar:	Lasso		
Datos Técnicos							
Tensión:		Intensidad:		Potencia:		Otra:	
Otros:							
Accesorios:							
Partes:							
PRECAUCIONES/MANTENIMIENTO PREVENTIVO.							
PRECAUCIONES/PELIGRO / ADVERTENCIA / PRECAUCION							
GABINETE DE NEUMÁTICO		MANTENIMIENTO PREVENTIVO	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	MANTENIMIENTO PREDICTIVO			
RECOMENDACIONES DE USO DE LA MÁQUINA EMPACADADORA DE LECHE:							
MANTENIMIENTO OPERARIO:							
PARÁMETROS INICIALES QUE VA UTILIZAR: PARA EL MANTENIMIENTO							
MANTENIMIENTO PROGRAMADO (EN MESES):							
ING. de planta de mantenimiento:		ING. Javier Tapia			CELULAR	09998704440	
Dirección :		Antigua panamericana Norte Km 20	Elaboró por:	Diego Quinatoa			
Teléfonos:		(03) 2719 941 / (02) 2719 176					

5.2.11. Mantenimiento preventivo de las tuberías de producto de aire

Tuberías de producto de aire	
<p>Descripción: Las líneas de retorno de la tubería de producto conectan el esterilizador con la envasadora. Las conexiones entre el esterilizador y la envasadora incluyen un grupo de válvulas donde esto es muy importante que el operador este pendiente a la máquina que está produciendo.</p>	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Marca	Fristam
Modelo	fpx7220501
Procedencia	Colombia
Dimensiones Aprox. Ancho/Profundidad/ Al Tura	-
Potencia	5HP
Año de fabricación	2008
Existe manual	No
Requerimientos	Electricidad
	Leche
	Vapor
<p>TUBERÍAS DE PRODUCTO DE AIRE</p> 	
<p>Pasos para el mantenimiento de la tubería de productos de aire:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ El operador debe realizar el mantenimiento de la tubería de productos de aire cada 4 horas para lo cual debe utilizar agua caliente que debe circular para reblandecer y disolver la suciedad adherida a la superficie que deben ser barridas por el flujo durante 8 minutos. ➤ Luego se hace circular una solución de detergente alcalina (sosa caustica) durante 20 min. Este producto reacciona con las grasas depositadas y producen agente que mejora el procedo de lavado. ➤ El operador debe enjaguar con abundante agua hasta eliminar los restos de solución limpiadora. 	

5.2.11.1. Ficha de mantenimiento de las tuberías de producto de aire

		FICHA DE MANTENIMIENTO				
		Código:	AC-02	Versión:	9	Fecha Vigencia:
Nombre del Equipo:		Empacadora de leche de un litro			Foto del Equipo:	
Marca:	ELECSTER	Modelo:	EA			
Serie:	500	Ubicación:	Cotopaxi - Lasso			
Fecha de compra (año/mes/día):	19/10/2002					
A cargo de:	ING. JAVIER TAPIA			Lugar:	Lasso	
Datos Técnicos						
Tensión:		Intensidad:		Potencia:		Otra:
Otros:						
Accesorios:						
Partes:						
PRECAUCIONES/MANTENIMIENTO PREVENTIVO.						
PRECAUCIONES/PELIGRO / ADVERTENCIA / PRECAUCION						
TUBERÍA DE PRODUCTO Y AIRE		MANTENIMIENTO PREVENTIVO	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	MANTENIMIENTO PREDICTIVO		
RECOMENDACIONES DE USO DE LA MÁQUINA EMPACADORA DE LECHE:						
MANTENIMIENTO OPERARIO:						
PARÁMETROS INICIALES QUE VA UTILIZAR: PARA EL MANTENIMIENTO						
MANTENIMIENTO PROGRAMADO (EN MESES):						
ING. de planta de mantenimiento:		ING. Javier Tapia			CELULAR	09998704440
Dirección :		Antigua panamericana Norte Km 20	Elaboró por:	Diego Quinatoa		
Teléfonos:		(03) 2719 941 / (02) 2719 176				

5.3. Comprobación de la eficiencia en la hipótesis

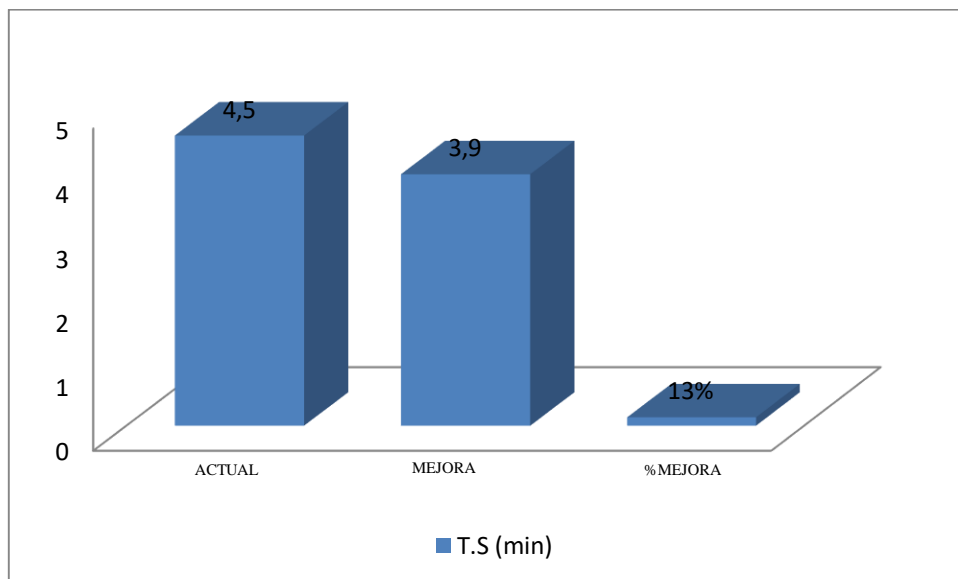
Una vez realizada la investigación se espera una mayor eficiencia en el ámbito de la producción de la línea de empackado de leche de 1 litro en la Empresa Parmalat.

Tabla 19: Comprobación de la eficiencia de la hipótesis

Datos	Actual	Mejora	% Mejora
T.S (min)	4,5	3,9	13%
Operadores	4	5	
Jornada (min)	480	480	
Producción diaria	427	615	14%
Eficiencia	90%	93%	3%
Productividad	90%	93%	3%

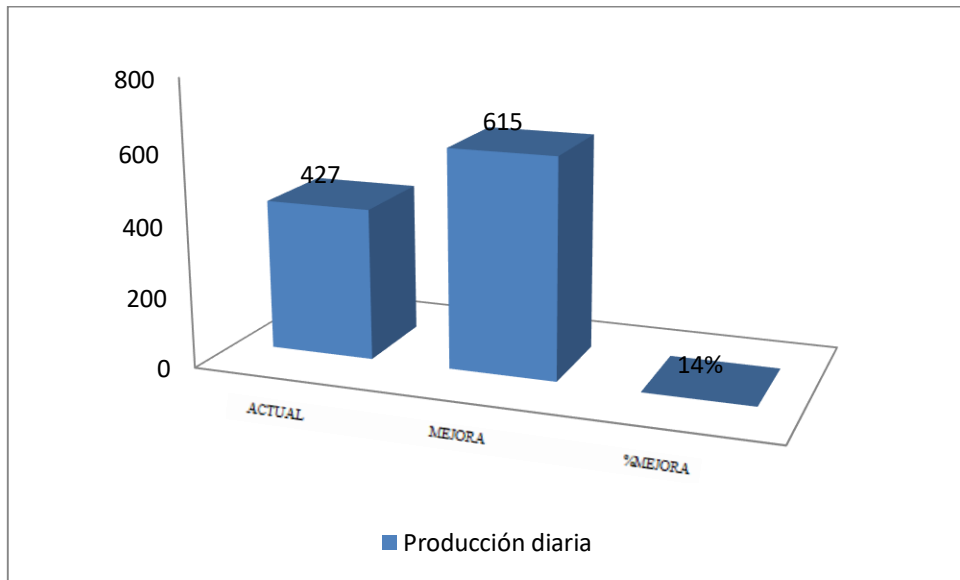
Elaborado por: El autor

Tabla 20: Tiempo estándar Actual vs mejora



Elaborado por: El autor

Tabla 21: Producción actual vs mejora



Elaborado por: El autor

Costos

Antes de aplicar el plan de mantenimiento:

Producía 427 fundas de leche de un litro al día

Jornada: De lunes a domingo

Mes de diciembre (31 días) **Existía 3 paros**

Se descuenta 3 días al mes por los paros

Total = 28 días laborables

Ecuación 2

$$\begin{array}{r} 427 \quad \times \quad 1 \text{ día} \\ X \quad \times \quad 28 \text{ días} \end{array}$$

$$X = \frac{427(28)}{1}$$

X = 11.956 fundas de leche de un litro que se producen en el mes diciembre.

Resultado de la producción diaria del mes de diciembre por el precio de la leche de 1 litro.

$$X = 11.956 * 0.80 \text{ (precio de la funda de leche)}$$

$$X = \mathbf{9.564,80 \text{ ctvs.}}$$

Con la aplicación del plan de mantenimiento se obtuvo la siguiente mejora:

Produce 615 fundas de leche de un litro al día

Jornada: lunes a sábados

Mes de Enero (31 días) **Existe 2 paros**

Se descuenta 4 domingos del mes incluyendo 2 días de paro de la máquina

Total = 25 días de laborables

Ecuación 3

$$\begin{array}{r} 615 \quad \diagup \quad 1 \text{ día} \\ \quad \quad \quad \diagdown \quad \quad \quad \\ X \quad \quad \quad \quad \quad 25 \text{ días} \end{array}$$

$$X = \frac{615(25)}{1}$$

X = 15.375 fundas de leches de un litro se producen en el mes de enero.

Resultado de la producción diaria del mes de enero por el precio de la leche de 1 litro

X= 15.375 * 0.80 (precio de la funda de leche)

X = **12.300\$**

Ganancias obtenidas luego de aplicar el plan de mantenimiento en la línea de empacado de leche de 1 litro.

12.300,00	Enero
—	
9.564,80	Diciembre
<hr/>	
2.735,20	ctvs. Ganancia por mes

5.4. Paros en la Máquina ELECTERS 6000

Para la verificación de paros en la línea de empacado de leche de un litro se realizó el método de la observación para determinar que antes de aplicar el plan de mantenimiento preventivo en la máquina ELECSTER 6000 se daba 3 paros en la línea provocando de esta manera la baja producción de leche y mediante el uso de la herramienta FMEA se verificó que hubo una baja 1 paro las misma que ayudó de manera efectiva en el ámbito de la producción.

Tabla 22: Paros en la Máquina ELECSTER 6000

Historial de los paros en la máquina ELECSTER 6000 en la línea de empacado de leche de un 1 litro	
Antes	Después
Los paros que se realiza en la máquina depende de la demanda de producción en la línea de empacado de leche de 1 litro.	Los paros que se realiza en la máquina depende de la demanda de producción en la línea de empacado de leche de 1 litro
Falta de mantenimiento preventivo	Aplicación del plan de mantenimiento preventivo
Daños en los dispositivo por falta de mantenimiento preventivo en la máquina ELECSTER 6000	Se redujo los daños en los dispositivos de máquina ELECSTER 6000 gracias al mantenimiento preventivo
Número correspondiente de Paros :3	Número correspondiente de Paros :2

Elaborado por: El autor

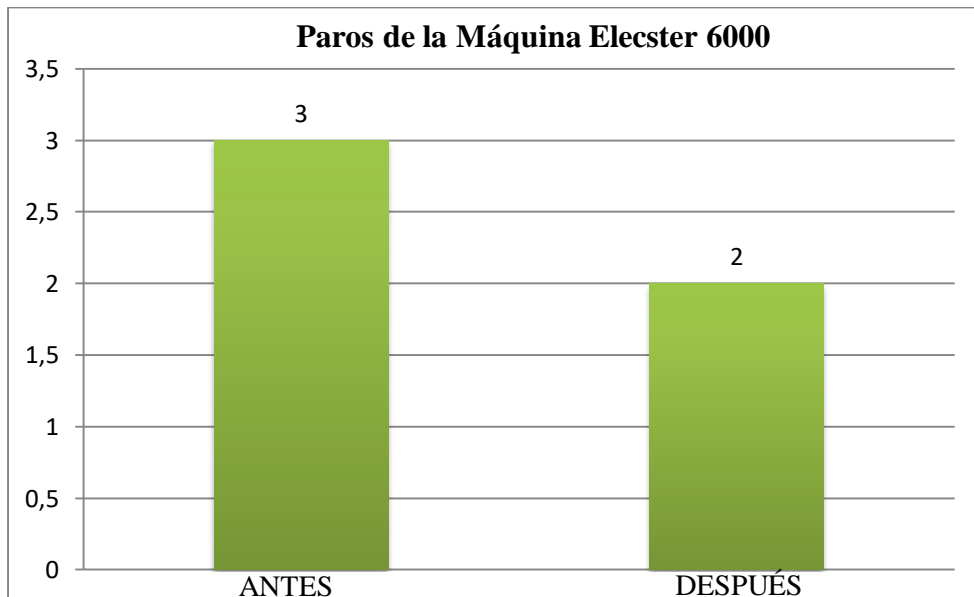


Figura 19: Paros de la máquina Elecster 6000

Elaborado por: El autor

6. PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE IMPACTOS

6.1. Presupuesto

Los gastos proyectados para la elaboración de la propuesta tecnológica son los siguientes:

Tabla 23: Presupuesto de la propuesta tecnológica

Recursos (Equipos)	PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN				
	Cantidad	Unidad	V. Unitario \$	Valor Total \$	%
Computadora	1	Unid.	\$500	\$500	87%
Trasporte	10	Visitas	\$5.00	\$50.00	1%
Esferos	2	Unid.	\$50cent.	\$ 1.00	0.25%
Cuadernos	2	Unid.	\$2.00	\$4.00	0.5%
Copias	100	hojas	\$ 0.08	\$ 8.00	0.25%
Varios	1	1	\$ 5.00	\$ 5.00	1%
Sub Total				\$568	90%
10% Imprevistos				\$56,80	10%
TOTAL				\$633,80	100%

Elaborado por: El Autor

6.2. Análisis de Impactos

6.2.1. Impacto a la Producción.

En cuanto a la producción, es crítico, si el fallo supone una parada de planta, una disminución del rendimiento o de la capacidad productiva, y, además, existe cierta probabilidad de que el fallo pudiera ocurrir. Si la posibilidad es muy baja, aunque pueda suponer una parada o afecte a la potencia o al rendimiento, el fallo debe ser considerado como importante. Y, por último, el fallo será tolerable si no afecta a la producción, o lo hace de modo despreciable.

El aumento de la vida operativa de la máquina a través de una estrategia de mantenimiento proactivo indudablemente disminuye los costos de mantenimiento y aumenta la productividad de la planta. Sin embargo, en la práctica en muchas empresas no se ha logrado los resultados esperados por falta de personal capacitado en el tema.

De esta manera al realizar un mal mantenimiento, se presentará una imposibilidad de producir con calidad, inseguridad y pérdidas en la producción. Además, que está estrechamente a estar propenso a accidentes y lesiones en el trabajador en fin aumentando el riesgo laboral.

6.2.2. Impacto en el Ambiente.

En lo que se refiere al medio ambiente, un mal mantenimiento presentara:

- Contaminación por derrame de aceite.
- Excesiva emisión de dióxido de carbono en el caso de equipos de combustión en mal estado.
- Condiciones desfavorables para el trabajo junto a maquinaria ya sea por ruido, emisión de gases.

6.2.3. Impacto en la operatividad.

Durante el trabajo del operador al presentar en los equipos fallos operativos, generando un funcionamiento anormal de los equipos que terminara en una acelerada degradación del equipo.

6.2.4. Impacto en la planificación.

El plan de mantenimiento inicial está basado en las recomendaciones del fabricante, más aportaciones puntuales de tareas propuestas por los responsables de mantenimiento en base a su experiencia, completadas con las exigencias legales de mantenimiento de determinados equipos. Al aplicar un mal mantenimiento todas las tareas propuestas tendrán que cambiarse y será una pérdida de tiempo significativa, así es el caso de un rodamiento en mal estado si no se realiza el mantenimiento predictivo correcto, terminara en paros innecesarias de la planta cambiando la planificación de un mantenimiento correctivo.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

- Los resultados obtenidos en la matriz FMEA muestra que los problemas analizados con un grado de riesgo de falla bajo, es decir, con el RPN comprendido entre 1 y 80, indican que no es necesaria una ejecución inmediata de las acciones de mantenimiento debido que no interviene directamente el operador en las mismas.
- Con respecto al riesgo de falla media correspondiente al rango entre 85 y 200 del RPN se obtuvo que es necesaria una verificación visual a la máquina esta inspección debe realizada por los operadores con la finalidad de saber si necesita un mantenimiento inmediato.
- Finalmente, el alto de riesgo de falla mediante el RPN entre 210 y 400 se obtuvo como efecto que se requiere una ejecución inmediata en la máquina ELECSTER 600 ya que podría generar mayores consecuencias en la línea de empaclado de leche.

7.2. Recomendaciones

- Es necesario seguir todos los pasos dentro del plan de mantenimiento establecido para la línea de empaclado de leche de un litro, ya que será el punto de partida para realizar las labores de mantenimiento de los operadores con la empacadora ELECSTER 6000.
- Capacitar al personal sobre el uso adecuado del plan de mantenimiento aplicable a la línea de empaque de leche de un litro.
- Se debe realizar investigaciones posteriores sobre mantenimiento dentro de la línea de empaclado de leche de un litro para que exista una correcta inspección de la máquina y su funcionamiento.
- Motivar a los operarios que reporten todo tipo de falla que se de en la empacadora de leche de un litro al momento que se actualizará el FMEA.
- Con la aplicación del plan de mantenimiento se redujo los paros en la máquina ELECSTER 6000 donde existía antes 3 paros, pero con la aplicación del manual se redujo a 2 paros.

8. REFERENCIAS

- [1] AMPTIAC, «“Material Failure Modes”,» *AMPTIAC*, vol. Volumen 9, nº Number 5, p. Part 1, 2010.
- [2] M. SAE, SOCIETY AUTOMOTIVE ENGINEERS SAE, Estados Unidos: Tercera Edición,, 2010.
- [3] «FMEA». ECUADOR Patente 01, 08 AGOSTO 2018.
- [4] L. A. (. Jhon Harvy. Mora Gutierrez, Modos de fallas y análisis de efectos (FMEA), Colombia: HENAO, 2010.
- [5] J. Santiago, Fundamentos y medición de confiabilidad,, MEXICO: VALLEJO, 2006.
- [6] M. G. K. F. L. Betancor, «Genetica Bacteriana,» 2010. [En línea]. Available: <http://www.higiene.edu.uy/cefa/2008/GeneticaBacteriana.pdf>. [Último acceso: 16 junio 2017].
- [7] Geocities, «Geocities,» 11 junio 2013. [En línea]. Available: <http://www.geocities.ws/pnavar2/alterna/intro.html>. [Último acceso: 25 Enero 2017].
- [8] G. H. E. SECUNDARIA, «HEUREMA,» [En línea]. Available: <http://www.heurema.com/PDF28.htm>. [Último acceso: 25 Enero 2017].
- [9] G. Vasco, «HIRU,» 2010. [En línea]. Available: <http://www.hiru.eus/biologia/las-bacterias>. [Último acceso: 15 junio 2017].
- [10] LRQA, «LRQA,» 2015. [En línea]. Available: <http://www.lrqa.es/certificaciones/iso-9001-norma-calidad/>. [Último acceso: 28 Septiembre 2017].
- [11] P. PINHEIRO, «MDSAUDE,» 22 marzo 2017. [En línea]. Available: <http://www.mdsaude.com/es/2015/10/sintomas-de-la-apendicitis.html>. [Último acceso: 22 marzo 2017].
- [12] MEDLINEPLUS, «MEDLINEPLUS,» [En línea]. Available: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/000468.htm>. [Último acceso: 22 MARZO 2017].
- [13] METEOROLOGIA, «METEOROLOGIA EN RED,» 20 Enero 2016. [En línea]. Available: <https://www.meteorologiaenred.com/cuales-son-las-principales-causas-del-calentamiento-global.html>. [Último acceso: 27 Septiembre 2017].
- [14] R. M. O. Flores, «Mi Pediatra,» 13 07 2010. [En línea]. Available: <http://www.mipediatra.com/infantil/apendicitis2.htm>. [Último acceso: 22 03 2017].
- [15] C. Pérez, «NATURSAN,» 2016. [En línea]. Available: <https://www.natursan.net/para-que-sirve-el-apendice-sus-funciones-principales/>. [Último acceso: 22 MARZO 2017].
- [16] «PAC,» 2016. [En línea]. Available: <http://www.pac.com.ve/contenido/educacion/calentamiento-global-causas-y-consecuencias/11127/81>. [Último acceso: 27 Septiembre 2017].
- [17] PUC, «PUC,» 2017. [En línea]. Available: <http://puc.com.co/cuentas/>. [Último acceso: 11 Julio 2017].
- [18] QUEESELA, «QUEESELA,» agosto 2015. [En línea]. Available: http://queesela.net/calentamiento-global/#Acciones_y_recomendaciones. [Último acceso: 27 septiembre 2017].
- [19] S. Elias, «Ujaen,» 2016. [En línea]. Available: <http://www4.ujaen.es/~egimenez/FUNDAMENTOSFISICOS/corriente%20alterna.pdf>. [Último acceso: 25 Enero 2017].
- [20] W. CONSULTAS, «WEB CONSULTAS,» [En línea]. Available: <http://www.webconsultas.com/categoria/salud-al-dia/apendicitis>. [Último acceso: 22 MARZO 2017].
- [21] wikispace, «wikispace,» 2017. [En línea]. Available: <https://estructurayfuncioncelularbacteriana.wikispaces.com/Cromosoma+bacteriano>. [Último acceso: 16 junio 2017].

- [22] J. P. P. y. A. Gardey, «WordPress,» 2009. [En línea]. Available: <http://definicion.de/plan-de-cuentas/>. [Último acceso: 11 Julio 2017].
- [23] A. Obregón, «Consejo Nacional de Armonizacion Contable,» 2017. [En línea]. [Último acceso: 11 Julio 2017].
- [24] A. Tecnologica, «Area Tecnologica,» 15 marzo 2014. [En línea]. [Último acceso: 25 Enero 2017].
- [25] D. J. R. y. D. A. M. Gonzalez, «Biologia,» 2013. [En línea]. [Último acceso: 16 junio 2017].
- [26] L. A. Merino, «ecaths,» 2010. [En línea]. [Último acceso: 16 junio 2017].
- [27] S. Blaustein, «Educ.ar,» febrero 2014. [En línea]. [Último acceso: ener 2015].
- [28] EKOENERGY, «EKOENERGY,» 216. [En línea]. [Último acceso: 27 Septiembre 2017].

Anexos

Funcionamiento del PLC con su respectiva programación para el empackado de leche de un litro.

Ilustración 1: funcionamiento del PLC con su respectiva programación



Fuente: Investigador de Tesis

Mantenimiento de sus engranajes de la máquina empackadora de leche de un litro antes de iniciar el proceso de producción

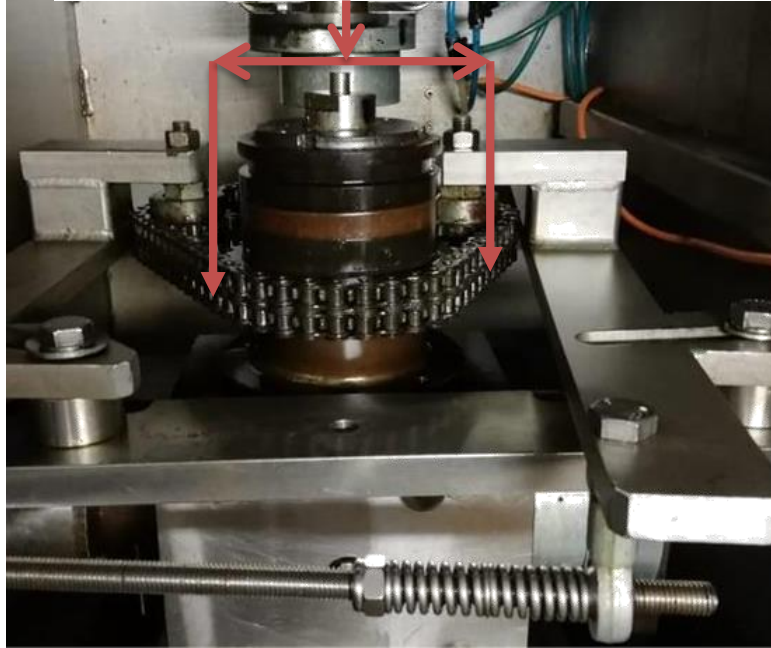
Ilustración 2: Mantenimiento de sus engranajes de la máquina empackador de leche.



Fuente: Investigador de Tesis

Verificar si la cadena se encuentra en buen estado para su respectivo funcionamiento de la máquina.

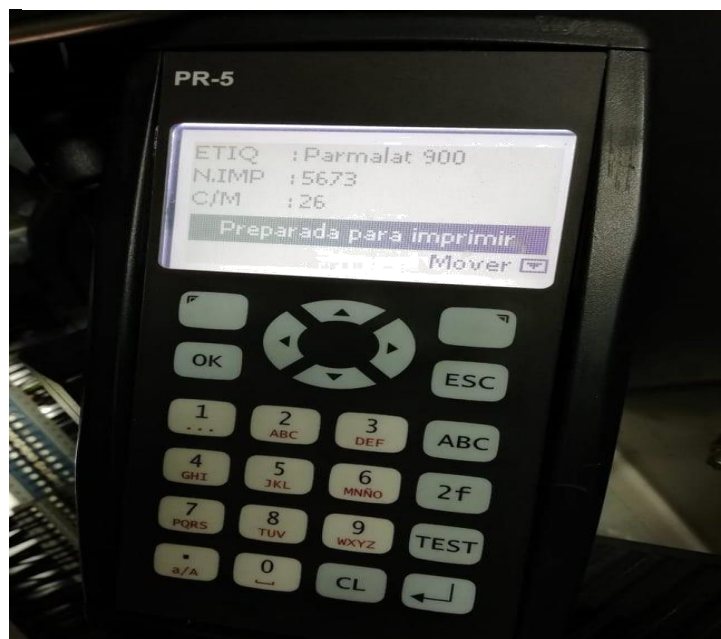
Ilustración 3: Estado de la máquina en funcionamiento



Fuente: Investigador de Tesis

Programación para imprimir los empaques de leche según el operario con sus códigos designados.

Ilustración 4: Programación para imprimir los empaques



Fuente: Investigador de Tesis

Químico desinfectante para la envoltura para evitar que existan microbios al momento del empacado de leche de un litro

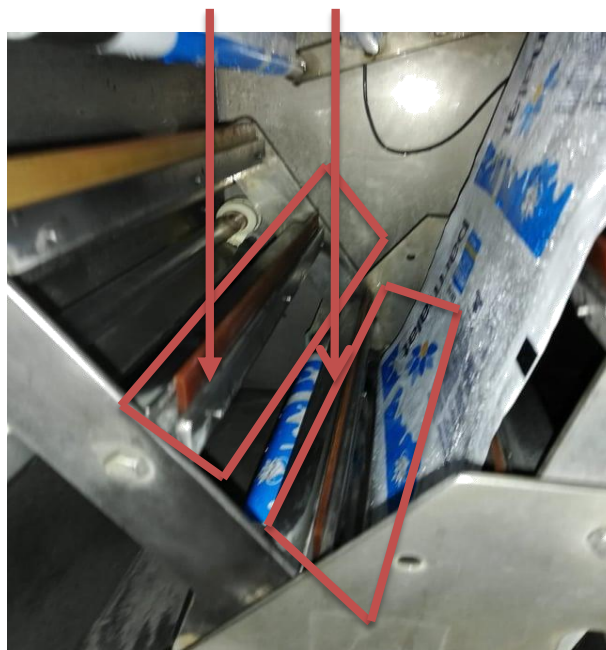
Ilustración 5: Químico desinfectante para envoltura para el empacado de leche



Fuente: Investigador de Tesis

Limpieza de las mordazas para el empacado de leche de un litro

Ilustración 6: Limpieza de mordazas



Fuente: Investigador de Tesis

Listo la envoltura para la producción y el empackado de leche de un litro de la empresa Parmalat.

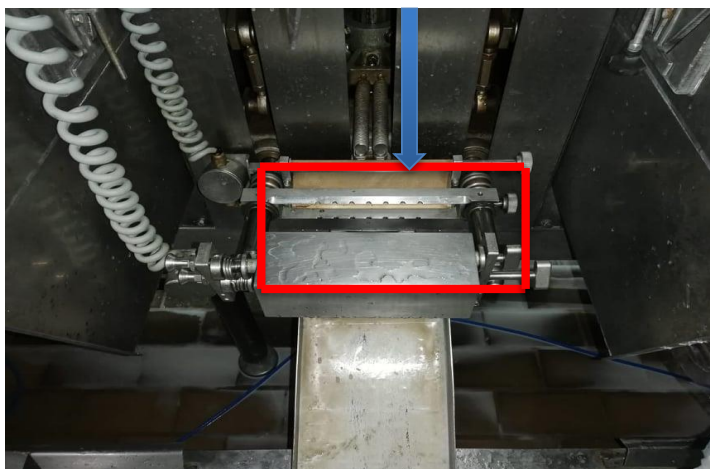
Ilustración 7: Envoltura para la producción y empackado de leche de un litro.



Botón de paro de emergencia.
Fuente: Investigador de Tesis

Mordazas en perfecto estado para el cellado de la leche de un litro de la empresa parmalat

Ilustración 8: Mordazas en perfecto estado para el sellado de la leche de un litro



Fuente: Investigador de Tesis

Proceso de envasado de leche de un litro

Ilustración 9: Proceso de envasado de leche de un litro.



Fuente: Investigador de Tesis

Bobinas en perfecto estado para la producción del empaque de la leche.

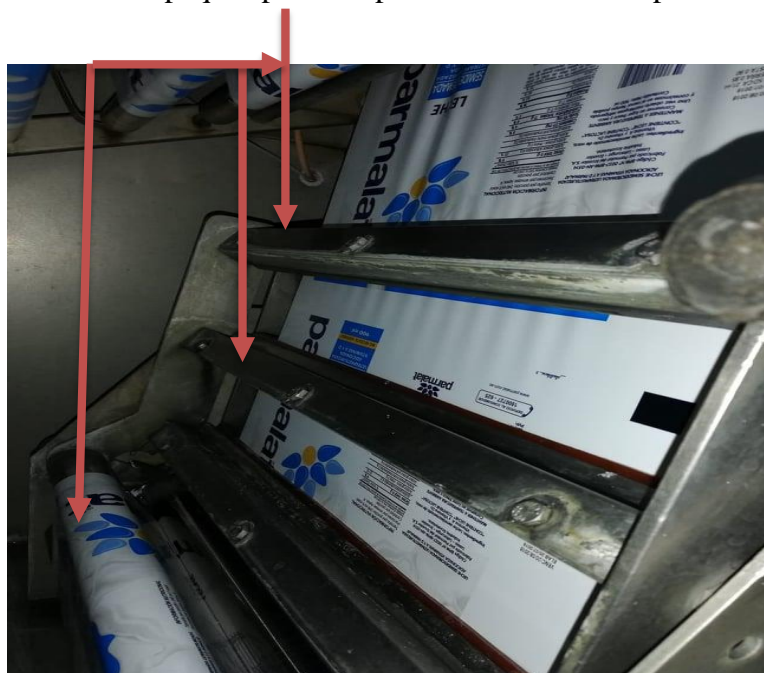
Ilustración 10: Bobinas en perfecto estado para la producción del empaque de leche.



Fuente: Investigador de Tesis


Empaques pasando por las bobinas de empaco de la leche de un litro.

Ilustración 11: Empaques pasando por las bobinas de empacado de leche.



Fuente: Investigador de Tesis

Ficha de mantenimiento

	FICHA TECNICA EMPACADORA DE LECHE					
	Código:	AC-02	Versión:	1	Fecha Vigencia:	08/02/2018
Nombre del Equipo:	Empacadora de leche de un litro				Foto del Equipo:	
Marca:	ELECSTER	Modelo:	EA			
Serie:	500	Ubicación:	Cotopaxi - Lasso			
Fecha de compra (aaaa/mm/día):	19/10/2002					
A cargo de:	ING. JAVIER TAPIA		Lugar:			
Datos Técnicos						
Tensión:		Intensidad:		Potencia:		Otra:
Otros:						
Accesorios:						
Partes:						
PRECAUCIONES/MANTENIMIENTO PREVENTIVO.						
PRECAUCIONES/PELIGRO / ADVERTENCIA / PRECAUCION						
RECOMENDACIONES DE USO DE LA MAQUINA EMPACADORA DE LECHE:						
MANTENIMIENTO OPERARIO:						
PARÁMETROS INICIALES QUE VA UTILIZAR PARA EL MANTENIMIENTO						
MANTENIMIENTO PROGRAMADO (EN MESES):						
ING. de planta de mantenimiento:	ING. Javier Tapia				CELULAR	9998704440
Dirección :	Antigua panamericana Norte Km 20	Elaboró por:	Diego Quinatoa			
Telefonos:	(03) 2719 941 / (02) 2719 176					