

DISEÑO PLAN PILOTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MÁQUINAS
EMPACADORAS EN LÍNEA DE EMBOTELLADO COCA-COLA FEMSA, PLANTA
BARRANQUILLA

JHON JAIRO MANTILLA BUSTOS

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA

2017

DISEÑO PLAN PILOTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MÁQUINAS
EMPACADORAS EN LÍNEA DE EMBOTELLADO COCA-COLA FEMSA, PLANTA
BARRANQUILLA

JHON JAIRO MANTILLA BUSTOS

Monografía de grado presentada como requisito para optar el título de
Especialista en Gerencia de Mantenimiento

Director

ERIX JOSÉ GARCÍA ROMANY

Especialista en Dirección de Plantas Industriales

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA

2017

DEDICATORIA

A Dios por permitir vivir esta experiencia, por permitir mi crecimiento personal y profesional, por permitir ser la persona que soy en el día de hoy.

A mis padres, por todo el apoyo que me han brindado a lo largo de mi vida y porque siempre están conmigo en todo lo que emprendo para seguir creciendo como persona y como profesional.

A mi esposa Ana Carolina por ser mi compañera en todos mis proyectos, a mi hijo John, quien es mi motor principal, entérense que este sacrificio lo hago pensando y seguro que merecen un mejor mañana.

A mi director Erix García, le doy las gracias por ser mi amigo y por ayudarme en la consecución del objetivo final.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mis agradecimientos a:

La Empresa donde Laboro en el momento, por el apoyo brindado durante el tiempo de duración de la Especialización.

A los jefes de Producción por permitir mi crecimiento laboral y académico.

A la universidad Industrial y su cuerpo Docente y Administrativo por toda la ayuda prestada.

A la corporación universitaria de la costa por el uso de sus instalaciones

A mis compañeros de estudio por su amistad.

RESUMEN

TÍTULO: DISEÑO PLAN PILOTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MÁQUINAS EMPACADORAS EN LÍNEA DE EMBOTELLADO COCA-COLA FEMSA, PLANTA BARRANQUILLA.¹

AUTOR: JHON JAIRO MANTILLA BUSTOS².

PALABRAS CLAVES: MANTENIMIENTO, MANTENIMIENTO PREVENTIVO, PLAN DE MANTENIMIENTO, FALLAS, ESTRATEGIA.

DESCRIPCIÓN O CONTENIDO: La razón de ser de un plan piloto de mantenimiento preventivo para maquinas empacadoras en línea de embotellado COCA COLA Femsa, planta Barranquilla, es el de tomar el control de la línea y evitar las perdidas por paradas no programadas, con este plan tenemos la oportunidad de mostrar que el mantenimiento programado es la opción que se necesita para eliminar el tiempo que genera descontento entre la gerencia y el área de mantenimiento.

En el cuerpo del documento encontramos la contextualización del problema, encontramos lo que se utilizara para lograr realizar un plan de mantenimiento acorde a las necesidades de la empresa cumpliendo con los tiempos que se necesitan para no generar inconvenientes al área de producción.

Encontraremos todos los sistemas que interfieren o que componen las maquinas empacadoras esto con el objetivo de tener control total de los posibles problemas o fallas que pueden afectar el proceso en algún momento.

Este trabajo de grado está basado en estándares internacionales que sirven como guía para la implementación de programas de mantenimiento efectivos, así como la aplicación de las tecnologías básicas del mantenimiento predictivo; además, se resalta la importancia de las inspecciones y el análisis adecuado de la información recolectada, obteniendo resultados acordes con los objetivos estratégicos de la compañía.

¹ Monografía.

² Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Especialización en Gerencia de Mantenimiento. Director: Erix José García Romany, Especialista en Dirección de Plantas Industriales.

SUMMARY

TITLE: DESIGN OF A PREVENTIVE MAINTENANCE PILOT FOR PACKAGING MACHINES IN BOTTLING LINE OF COCA-COLA FEMSA, PLANTA BARRANQUILLA.³

AUTHOR: JHON JAIRO MANTILLA BUSTOS ⁴.

KEYWORDS: MAINTENANCE, PREVENTIVE MAINTENANCE, MAINTENANCE PLAN, FAILURES, STRATEGY.

DESCRIPTION OR CONTENTS: The reason for being a pilot preventive maintenance plan for COCA COLA FEMSA bottling machines, Barranquilla plant, is to take control of the line and avoid losses due to unscheduled stops, with this plan we have the opportunity To show that scheduled maintenance is the option that is needed to eliminate the time that generates discontent between the management and the maintenance area.

In the body of the document we find the contextualization of the problem, we find what will be used to achieve a maintenance plan according to the needs of the company fulfilling the times that are needed to avoid inconvenience to the production area.

We will find all the systems that interfere or that make up the packing machines this in order to have total control of the possible problems or failures that can affect the process at some time.

This degree work is based on international standards that serve as a guide for the implementation of effective maintenance programs, as well as the application of basic predictive maintenance technologies; in addition, the importance of inspections and the adequate analysis of the information collected are highlighted, obtaining results in accordance with the strategic objectives of the company.

³ Monograph.

⁴ Faculty of Engineering Physics and Mechanics. Mechanical Engineering School. Specialization in Maintenance Management. Director: Erix José García Romany, Industrial Plants Management Specialist.

TABLA DE CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	18
1. ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA.....	20
1.1 MISIÓN	23
1.2 VISIÓN.....	23
1.3 VALORES	23
1.4 PLANTA DE EMBOTELLADO BARRANQUILLA.....	24
1.5 PROCESO DE EMPACADO.....	24
1.5.1 Descripción del proceso de empaçado.	24
1.6 RIESGOS MAQUINA EMPACADORA	27
1.6.1 Riesgo mecánico.	27
1.6.2 Riesgo eléctrico	27
1.6.3 Riesgo ergonómico	27
1.6.4 Riesgo locativo.....	27
1.7 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE EMPACADO DE BOTELLAS	27
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	29
2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	29
2.2 OBJETIVOS.....	30
2.2.1 Objetivo general.....	30
2.2.2 Objetivos específicos.	30
3. JUSTIFICACIÓN.....	31
4. ANÁLISIS DE LA LITERATURA RECOPIADA	32

4.1 MARCO TEORICO	32
4.2 DEFINICION DE MANTENIMIENTO	33
4.3 OBJETIVO DEL MANTENIMIENTO	33
4.4 HISTORIA Y EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO.....	34
4.5 FUNCIONES DE MANTENIMIENTO	36
4.5.1 Inspección.....	36
4.5.2 Conservar	36
4.5.3 Corregir.	36
4.6 TIPOS DE MANTENIMIENTO	36
4.6.1 Mantenimiento preventivo	37
4.6.2 Mantenimiento predictivo	39
4.6.3 Mantenimiento correctivo	40
4.6.3.1 Mantenimiento correctivo contingente.....	41
4.6.3.2 Mantenimiento correctivo programado.....	42
4.7 GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO	43
4.7.1 Planeación del mantenimiento	43
4.7.2 Programación del mantenimiento	44
4.7.3 Realización de las tareas de mantenimiento.....	45
4.7.4 Finalización de las actividades.....	45
4.8 CICLO DEL MANTENIMIENTO	45
4.8.1 Premantenimiento	45
4.8.2 Mantenimiento	46
4.8.3 Postmantenimiento	46
4.8.4 Operación	46
4.9 ESTÁNDAR DE FUNCIONAMIENTO	47
5. FALLA.....	48
5.1 DEFINICIÓN DE FALLA	48
5.2 FALLA TOTAL	48
5.3 FALLA PARCIAL.....	48

5.4 MODO DE FALLA.....	49
5.5 ANALISIS DE CRITICIDAD	49
5.6 CURVA P – F.....	51
6. PROPUESTAS PARA LA ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	53
6.1 RUTAS DE INSPECCIÓN.....	53
6.2 DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMA MAQUINA EMPACADORA DE BOTELLAS EN LINEA DE EMBASES RETORNABLES.....	54
6.2.1 Parámetros a controlar.....	55
6.2.1.1 Mermas de producto.....	55
6.2.1.2 Eficiencia de Línea.....	56
6.3 VARIABLES A CONTROLAR EN EL PROCESO.....	56
6.3.1 Velocidad	56
6.3.2 Presión.....	57
7. SISTEMAS EN EL PROCESO DE EMPACADO	59
7.1 PROCESO DE LA MÁQUINA	59
7.1.1 Alimentación de botellas	59
7.1.2 Mesa de carga	62
7.1.3 Agitador de botellas.	62
7.1.4 Guías enfiladoras.....	63
7.1.5 Tope de botellas	63
7.1.6 Detector de faltantes.....	64
7.1.7 Cabezal de botellas	65
7.1.8 Pantógrafos.....	65
8. MANDOS GENERALES	73
9. DIVISIÓN DE SISTEMAS Y SUBSISTEMAS	74

9.1 SUBSISTEMAS ALIMENTADOR DE BOTELLAS	74
9.2 SUBSISTEMAS MESA DE CARGA.....	75
9.3 SISTEMA AGITADOR DE BOTELLAS	79
9.4 SISTEMA GUÍAS ENFILADORAS.....	79
9.5 SISTEMA TOPE DE BOTELLAS	80
9.6 SISTEMA DETECTOR DE FALTANTES.....	81
9.7 SISTEMA CABEZAL PRINCIPAL.....	81
9.8 SISTEMA DE PANTÓGRAFOS.....	82
9.9 SISTEMA PLACAS PORTA COPAS	83
9.10 SISTEMA TRANSMISIÓN PRINCIPAL.....	86
9.11 SISTEMA TRANSPORTE DE CAJAS	87
9.12 SISTEMA TRANSPORTE DE ENTRADA.....	88
9.13 SISTEMA MESA DE DESCARGA	89
9.14 PROBLEMAS AL MOMENTO DE LA OPERACIÓN DE LA MAQUINA	89
9.14.1 Comprender el problema	90
9.14.2 Localizar el problema.....	90
10. FALLAS Y MODOS DE FALLA POR SISTEMA	91
10.1 SISTEMA ALIMENTADOR DE BOTELLAS	91
10.2 SISTEMA MESA DE CARGA	91
10.3 SISTEMA AGITADOR DE BOTELLAS	92
10.4 SISTEMA ENFILADOR.....	92
10.5 SISTEMA TOPE DE BOTELLAS	93
10.6 SISTEMA DETECTOR DE FALTANTES.....	93
10.7SISTEMA CABEZAL DE BOTELLAS	93
10.8 SISTEMA PANTÓGRAFOS.....	94
10.9 SISTEMA PLACAS PORTACOPAS	94
10.10 SISTEMA TRANSMISIÓN PRINCIPAL.....	95
10.11 SISTEMA TRANSPORTADOR DE CAJAS	95
10.12 SISTEMA TRANSPORTE DE ENTRADA.....	96

10.13 SISTEMA MESA DE DESCARGA	96
11. MODELO PILOTO PLAN DE MANTENIMEITNO PREVENTIVO	97
12. PLAN DE CAPACITACIONES	125
13. CONCLUSIONES	127
BIBLIOGRAFÍA.....	128

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Logo Coca-Cola.....	20
Figura 2. Planta Tocancipá.....	21
Figura 3. Máquina empacadora.....	25
Figura 4. Ciclos operativos de la máquina empacadora.....	26
Figura 5. Diagrama del proceso de empaçado.....	28
Figura 6. Evolución del mantenimiento.....	35
Figura 7. Curva mantenimiento predictivo.....	40
Figura 8. Origen del mantenimiento.....	42
Figura 9. Gestión del mantenimiento.....	44
Figura 10. Ciclo PHVA en mantenimiento.....	46
Figura 11. Ejemplo de matriz de criticidad.....	50
Figura 12. Curva P - F.....	51
Figura 13. Transportador de entrada.....	59
Figura 14. Zona de acumulación, plato de transferencia.....	60
Figura 15. Zona de acumulación.....	61
Figura 16. Rompeolas, distribución y transferencia de botellas.....	61
Figura 17. Mesa de carga.....	62
Figura 18. Mesa de carga y siete bloques de guías enfiladoras.....	63
Figura 19. Detector de faltantes.....	64
Figura 20. Desplazamiento del cabezal.....	65
Figura 21. Diagrama del Pantógrafo Mapper.....	66
Figura 22. Placa portacopas.....	67
Figura 23. Cabezal de placas portabotellas con carga.....	68
Figura 24. Despiece del vástago portacopas.....	69
Figura 25. Sistema de transmisión, encoder y sensor inductivo.....	70

Figura 26. Motoreducers 1 y 2 de la transmisión de la máquina empacadora. ...71
Figura 27. Vista posterior de la transmisión acoplada.71

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Modos de falla del sistema de transporte de botellas.	49
Tabla 2. Datos técnicos de la máquina empacadora.	54
Tabla 3. Presiones de trabajo.	58
Tabla 4. Lista de partes, ejes y mecanismos del pantógrafo Mapper.	66
Tabla 5. Componentes del sistema alimentador de botellas.	74
Tabla 6. Componentes subsistema mesa de carga.	75
Tabla 7. Componentes sistema agitador de botellas.	79
Tabla 8. Componentes sistema de guías enfiladoras.	79
Tabla 9. Componentes sistema tope de botellas.	80
Tabla 10. Componentes sistema detector de faltantes.	81
Tabla 11. Componentes sistema cabezal principal.	81
Tabla 12. Componentes sistema de pantógrafos,	82
Tabla 13. Componentes sistema Placas Portacopas.	83
Tabla 14. Componentes sistema Transmisión Principal.	86
Tabla 15. Componentes sistema transportador de cajas.	87
Tabla 16. Componentes sistema transportador de entrada.	88
Tabla 17. Componentes sistema mesa de descarga.	89
Tabla 18. Falla y modo de falla alimentador de botellas.	91
Tabla 19. Falla y modo de falla Mesa de carga.	91
Tabla 20. Falla y modo de falla Agitador de Botellas.	92
Tabla 21. Falla y modo de falla Enfiladores.	92
Tabla 22. Falla y modo de falla tope de botellas.	93
Tabla 23. Falla y modo de falla sistema de faltantes.	93
Tabla 24. Falla y modo de falla Cabezal de Botellas.	93
Tabla 25. Falla y modo de falla Pantógrafo.	94

Tabla 26. Falla y modo de falla Pantógrafos.....	94
Tabla 27. Falla y modo de falla Transmisión Principal.....	95
Tabla 28. Falla y modo de falla Transporte de Cajas.....	95
Tabla 29. Falla y modo de falla Transporte de Entrada.	96
Tabla 30. Falla y modo de falla Mesa Descarga.	96
Tabla 31. Modelo de mantenimiento definido.	98
Tabla 32. Plan de Capacitaciones.	125
Tabla 33. Formato utilizado para registrar la asistencia a capacitaciones.	126

INTRODUCCIÓN

Actualmente encontramos que el mundo se mueve a un ritmo insostenible, tenemos que el ritmo de vida es elevado, sabemos que el mundo es cambiante que toca adaptarse a lo que el medio nos exige, si no tenemos claro esto, no somos competitivos y el mundo actual quien no es competitivo, no es apto para desarrollarse en el medio que pretenda.

Teniendo esto claro encontramos el sector industrial, un sector donde hay que estar prestos al cambio, porque el mercado así lo exige, por ende las empresas necesitan departamentos de mantenimiento confiable, donde se permita tener la maquinaria siempre lista y en óptimas condiciones

Encontramos que en la actualidad el departamento de mantenimiento de muchas empresas se encuentra colapsado por la salida de control de las actividades correctivas que se generan en el día a día, por esta razón nos vemos en la obligación de generar acciones que nos permitan tomar el control de las actividades que se encuentran fuera de control, estos con el ánimo de sacar al área de mantenimiento de ese problema en el que se encuentra, esta situación es el reflejo organizacional en el que se encuentran sumidos los departamento de mantenimiento en diferentes plantas y partes del país.

Este proyecto tiene como objetivo entregar un plan de mantenimiento en el cual se tome control de las maquinas empacadoras en línea de embotellado, en el que tendríamos de manera organizada, estandarizada y clara las rutinas de mantenimiento, las cuales nos brindarían la tranquilidad necesaria a la hora de operar la maquinaria.

Para lograr tener un plan de mantenimiento preventivo acorde a lo necesitado en la planta Barranquilla tomamos un histórico de fallas presentado por la maquinaria, se le realizó un estudio y se definen las rutas a seguir, con el tiempo mínimo requerido para poder garantizar que las fallas no sean recurrentes.

1. ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA

Somos el embotellador público más grande de bebidas de la marca Coca-Cola a nivel mundial, distribuyendo más de 3.4 billones de cajas unidad al año.

Coca-Cola FEMSA es una empresa de larga trayectoria, con bases firmes e ideas claras sobre lo que hemos hecho y lo que queremos hacer en el futuro.

Desde nuestra fundación, nos propusimos mantenernos siempre a la vanguardia de las industrias donde participamos, siguiendo en todo momento cinco ejes de desarrollo: la innovación constante, el desempeño eficiente, el crecimiento sólido, el respeto al medio ambiente y el desarrollo tanto del personal como de las comunidades en donde operamos.

El esfuerzo ha rendido frutos. Hoy en día nos enorgullece que el resultado de nuestro trabajo sea reconocido tanto por nuestros accionistas, como por los colaboradores y la comunidad a la que servimos.

Figura 1. Logo Coca-Cola.



Fuente: COCA-COLA FEMSA. Presentación Institucional. [En línea]. [Consultado en: 15 de febrero de 2016]. Disponible en: <https://www.coca-colafemsa.com/>.

Coca – Cola FEMSA, esté presente en Colombia a través de una robusta estrategia de sostenibilidad que genera valor económico, social y ambiental para la transformación positiva de las comunidades en Colombia.

En la actualidad se cuentan con siete plantas de producción en Bogotá, Medellín, Bucaramanga, Barranquilla, Cali, La Calera y Tocancipá, que es la más reciente inauguración en Colombia, con una inversión de 250 millones de dólares, lo que la convierte en uno de los proyectos de mayor impacto en Latinoamérica.⁵

Figura 2. Planta Tocancipá.



⁵ COCA-COLA FEMSA. Presentación Institucional. [En línea]. [Consultado en: 15 de febrero de 2016]. Disponible en: <http://www.femsa.com/es/conoce-femsa/nuestro-origen/quienes-somos>.

Desde su llegada a Colombia se ha sembrado futuro a través de su plataforma de sostenibilidad enfocada en tres ejes, los cuales son la comunidad, nuestra gente y nuestro planeta, esto con diversas iniciativas y proyectos estratégicos.

Guiados por nuestro Marco Estratégico, estamos acelerando la búsqueda de excelencia de nuestra compañía satisfaciendo y superando las necesidades cambiantes de nuestros consumidores. En búsqueda de la excelencia, estamos construyendo un portafolio ganador de bebidas, transformando nuestras capacidades operativas, e inspirando una evolución cultural para convertirnos en la opción preferida por todos nuestros clientes y consumidores, mientras consolidamos nuestra posición como un verdadero líder multicultural y multi-categoría de bebidas a nivel global.

El impulso de nuestra empresa está basado en una filosofía empresarial cuyo deseo principal es atraer y satisfacer la demanda de los consumidores, generando consistentemente valor económico para los accionistas, así como un mayor desarrollo social.

En cada una de nuestras distintas etapas históricas hemos partido de un principio fundamental: el respeto a la dignidad humana está por encima de cualquier consideración económica.

A lo largo de más de 125 años, nos hemos diversificado y participamos en los mercados mundiales de distintas formas.⁶

⁶ COCA-COLA FEMSA. Presentación Institucional. [En línea]. [Consultado en: 15 de febrero de 2017]. Disponible en: <http://www.femsa.com/es/conoce-femsa/nuestro-origen/quienes-somos>.

1.1 MISIÓN

Satisfacer y agradar con excelencia al consumidor de bebidas

1.2 VISIÓN

Ser la mejor empresa global en comercializar marcas líderes de bebidas. Generar valor económico y social de manera sostenible, gestionando modelos de negocio innovadores y ganadores con los mejores colaboradores del mundo.

1.3 VALORES⁷

El logro de nuestros objetivos estratégicos depende directamente de nuestro compromiso hacia la práctica de los valores clave que hemos venido cultivando por más de un siglo:

- Respeto y Desarrollo integral de colaboradores
- Integridad y Austeridad
- Pasión por el servicio al cliente
- Creación de valor social
- Confianza

⁷ COCA-COLA FEMSA. Presentación Institucional. [En línea]. [Consultado en: 15 de febrero de 2017]. Disponible en: <http://www.femsa.com/es/conoce-femsa/cultura-organizacional/misi%C3%B3n-visi%C3%B3n-y-valores>.

1.4 PLANTA DE EMBOTELLADO BARRANQUILLA

La planta de embotellado de barranquilla está ubicada en la CI 30 20-10 Barranquilla, Colombia, esta planta cuenta con 4 líneas de producción, en las cuales se realiza el envasado de las bebidas dependiendo la presentación que se necesite en el mercado, también se cuenta con la línea de envasado de agua, que es donde se empaqueta el agua en envases flexibles de las presentaciones que se encuentran en el mercado, estas son las zonas productivas de la compañía donde nos encontramos con el producto final, también tenemos los procesos de tratamiento de agua, el área de jarabe, máquinas auxiliares y demás procesos que componen la estructura de la compañía.

1.5 PROCESO DE EMPACADO

1.5.1 Descripción del proceso de empacado. Las máquinas empacadoras de botellas son de vital importancia en el proceso productivo de la compañía INDEGA S.A., estas máquinas son las que culminan el ciclo, por esta razón es que se sitúan dentro de los equipos críticos y en ella se enfocan esfuerzos para que no se convierta en el cuello de botella de la línea.

La Empacadora de botellas, se encuentra ubicada en la zona gris de la línea de embotellado. Cuya función es empacar botellas de vidrio, en cajas plásticas. En este equipo se procesan las siguientes presentaciones:

- Cajas x 30 botellas en tamaños 192 ml, 250ml, 350 ml.
- Cajas x 12 botellas en tamaño 1250 ml.
- Cajas x 9 botellas en tamaño 2.0 lt.

Figura 3. Máquina empacadora.



Fuente: COCA-COLA FEMSA. Manual Operativo. Barranquilla: La Compañía, 2016. 112 p.

Las botellas llegan a la maquina conducidas en forma masiva por los transportadores de botellas, después del proceso de llenado y coronado, una vez ingresan al equipo, son alineadas por medio de las guías enfiladoras y la acción mecánica de un agitador de botellas. Un sistema de control de faltantes, verifica la carga o cantidad correcta de botellas a empacar, una vez confirma la carga completa, el cabezal de copas toma las botellas y las conduce hacia la mesa de descarga o transportador de cajas vacías, donde las deposita y libera, iniciando así un nuevo ciclo.

La máquina se encuentra constituida básicamente de un mecanismo compuesto por bielas y manivelas, interrelacionadas y anclado a tres puntos fijos, con un eslabón tipo manivela como elemento de entrada, este mecanismo también lo podemos conocer como pantógrafo, todos estos elementos mencionados conforman un juego de dos sistemas de transmisión en paralelo para desplazar de forma uniforme un cabezal de 7 placas desde la zona de cargue a la zona de descarga, cada placa

soporta un conjunto de vástagos y copas que sujetan las botellas, hasta que son depositadas en las cajas plásticas.

Figura 4. Ciclos operativos de la máquina empacadora.



Fuente: COCA-COLA FEMSA. Manual Operativo. Barranquilla: La Compañía, 2016. 112 p.

Debido a que la empacadora de botellas es un equipo donde intervienen un conjunto de mecanismos y sistemas, es necesario que toda persona que intervenga en su operación, mantenimiento y limpieza, tenga plenamente identificado los riesgos presentes en el equipo.

1.6 RIESGOS MAQUINA EMPACADORA

1.6.1 Riesgo mecánico. Este lo encontramos representado en el movimiento de las partes por acción mecánica, la maquina la componen una serie de motores, cadenas y brazos que realizan un trabajo mecánico.

1.6.2 Riesgo eléctrico. Este riesgo lo tenemos presente en toda la máquina, debido a que todos los componentes se encuentran relacionados entre sí, y la mayoría se encuentran alimentados eléctricamente para poder cumplir su función.

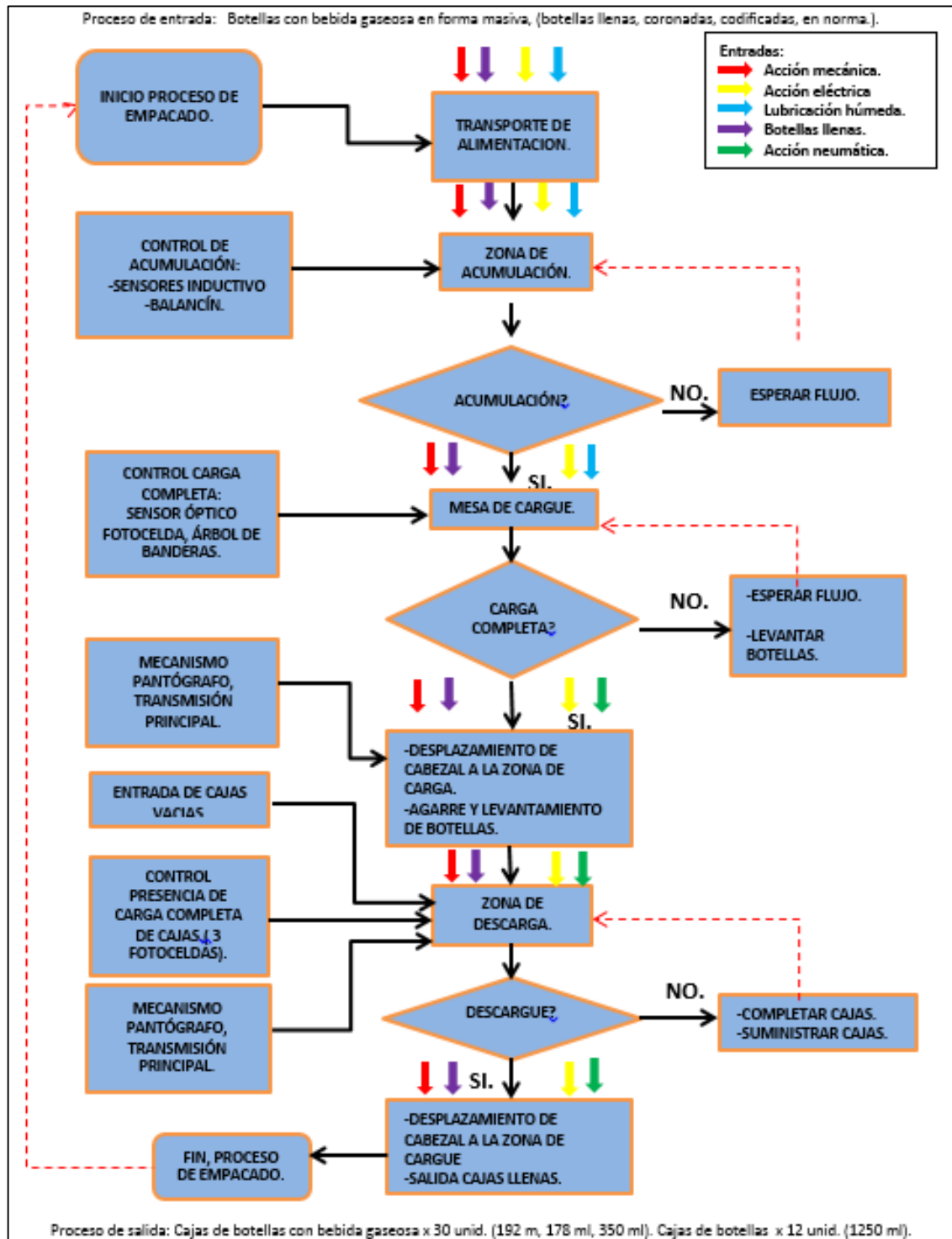
1.6.3 Riesgo ergonómico. Está representado en la posición que adoptan los operadores de la máquina, los movimientos con peso que se ejecutan en la operación del equipo.

1.6.4 Riesgo locativo. Este riesgo lo encontramos cuando desempeñamos nuestra labor, el estado de pisos, puertas, escaleras y demás, estos espacios sino se encuentran en estado óptimo, representan un peligro para nuestra integridad.

1.7 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE EMPACADO DE BOTELLAS

La figura muestra el esquema general del proceso de empaado realizado en la embotelladora.

Figura 5. Diagrama del proceso de empacado.



Fuente: COCA-COLA FEMSA. Manual Operativo. Barranquilla: La Compañía, 2016.

112 p.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las empresas envasadoras de bebida constan de líneas de producción, las cuales a su vez están formadas por ciertos equipos indispensables para su óptimo funcionamiento, en este proceso son varios equipos los indispensable, pero nos centraremos en el ciclo de empaqueo de botellas, este ciclo se considera crítico debido al rol que ocupa en la línea, teniendo presente que el proceso de producción termina en la empaquera de botellas, si este ciclo no se cumple de manera dinámica, los demás equipos no cumplen su función primaria y por tal motivo se generarían pérdidas considerables que afectarían de manera negativa los indicadores.

En la planta de envasado de Barranquilla se tienen problemas con los equipos que empaquen las botellas generándose pérdidas impactantes en los indicadores, estos equipos poseen problemas de eficiencia, problemas relacionadas con paradas en horas productivas, se encuentran equipos en mal estado, se generan problemas vistos en los arranques de línea, además el tiempo dedicado a mantenimiento preventivo es limitado dando como resultado unos tiempos de mantenimiento correctivo elevados.

2.2 OBJETIVOS

2.2.1 Objetivo general. Diseñar y Proponer un plan de mantenimiento preventivo para maquinas empacadoras en línea de embotellado en indega s.a , planta Barranquilla

2.2.2 Objetivos específicos.

- Identificar y separar los diferentes dispositivos y equipos que interactúan en el funcionamiento de las empacadoras.
- Definir las funciones primordiales de los equipos que conforman las empacadoras.
- Revisar y estudiar los diferentes tipos de fallas y daños que presentan los equipos de empaado.

3. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad los procesos industriales se miden por los resultados que estos arrojan, en base a estos podemos decir si vamos por el camino correcto o si por el contrario, debemos retomar el rumbo o en su defecto realizar cambios bruscos que nos permitan llegar donde el mundo competitivo nos obliga a estar, en base a esto los departamentos de mantenimiento deben prepararse para afrontar lo que el mundo laboral exige.

Los departamentos de mantenimiento en muchos casos tiene establecidos sus planes de acción o sus planes a seguir, el problema radica en que estos planes en muchas ocasiones no han sido actualizados o validados con lo que sucede a diario en la planta, este el caso que sucede en Indega S.A planta Barranquilla, donde las actividades o trabajos de mantenimientos que arroja el sistema para realizar no son acordes con los problemas que se generan a diario en las líneas de producción, esto sucede porque no se tiene el tiempo necesario, por los programas de producción y otros factores relacionados con el proceso, por estos motivo el plan de mantenimiento preventivo no resulta efectivo, y cuando se pretende realizar un preventivo este no es relevante, con este comportamiento lo que sucede es que las actividades de mantenimiento no son ejecutadas y por el contrario se acumulan y si no se realiza un cambio, este listado de actividades a realizar se volverá inmanejable.

La idea primordial de este trabajo es que la línea de embotellado no presente problemas y así su productividad se encuentre entre lo establecido por los parámetros y por tal motivo su disponibilidad y mantenibilidad nos permita mejorar los resultados y al final tener una gestión de mantenimiento efectiva.

4. ANÁLISIS DE LA LITERATURA RECOPIADA

4.1 MARCO TEORICO

Estamos en un mundo de constantes cambios, estos cambios los encontramos en todos los campos donde nos desarrollamos, por tal motivo el termino de globalización ha tomado vital importancia en las compañías, ya que nos orienta a ser competitivos en todos los aspectos que tienen relación con el crecimiento y posicionamiento de las compañías en un mercado que a diario se vuelve más difícil en todos los aspectos, por tal motivo el departamento de mantenimiento en una compañía se ha convertido en pieza fundamental del engranaje que lleva a la empresa hacia el crecimiento deseado.

El departamento de mantenimiento se ve en la obligación de corresponder a lo solicitado por la compañía, ese es su compromiso, por tal motivo se ve en la necesidad de implementar metodologías que permita tener a las maquinas en condiciones operativas, las cuales nos permita cumplir con los objetivos propuestos, en la empresas el departamento de mantenimiento tiene claro que realizando solo los mantenimientos correctivos, los objetivos no se cumplen, es por esto que está en la necesidad de realizar mantenimientos preventivos lo cuales nos garantizan que las tareas de mantenimiento que se ejecuten, arrojen los resultados deseados por la alta gerencia.

Para poder abarcar el tema de mantenimiento preventivo primero debemos saber de qué estamos hablando y como nació la necesidad de crear un sistema que nos permita cumplir con lo deseado.

4.2 DEFINICION DE MANTENIMIENTO

El mantenimiento se define como un conjunto de actividades desarrolladas con el fin de asegurar que cualquier activo continúe desempeñando las funciones deseadas o de diseño.⁸

4.3 OBJETIVO DEL MANTENIMIENTO

El objetivo fundamental de mantenimiento no es, contrariamente a lo que se cree y se practica en muchos departamentos de mantenimiento, reparar urgentemente las averías que surjan. El departamento de mantenimiento de una industria tiene cuatro objetivos que deben marcar y dirigir su trabajo:

- Cumplir un valor determinado de disponibilidad.
- Cumplir un valor determinado de fiabilidad.
- Asegurar una larga vida útil de la instalación en su conjunto, al menos acorde con el plazo de amortización de la planta.
- Conseguir todo ello ajustándose a un presupuesto.⁹

⁸ SALAZAR, Bryan. Mantenimiento Industrial. 2016. [En línea]. [Consultado el: 15 de enero de 2017]. Disponible en: [http:// www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/mantenimiento/](http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/mantenimiento/)

⁹ GARCÍA, Santiago. Los principales objetivos del mantenimiento. 2016. [En línea]. [Consultado el: 15 de enero de 2017]. Disponible en: <http://www.reporteroindustrial.com/blogs/Los-principales-objetivos-del-mantenimiento+114923>

4.4 HISTORIA Y EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO

Desde el principio de los tiempos, el Hombre siempre ha sentido la necesidad de mantener su equipo, aún las más rudimentarias herramientas o aparatos. La mayoría de las fallas que se experimentaban eran el resultado del abuso y esto sigue sucediendo en la actualidad. Al principio solo se hacía mantenimiento cuando ya era imposible seguir usando el equipo. A eso se le llamaba "Mantenimiento de Ruptura o Reactivo"

Fue hasta 1950 que un grupo de ingenieros japoneses iniciaron un nuevo concepto en mantenimiento que simplemente seguía las recomendaciones de los fabricantes de equipo acerca de los cuidados que se debían tener en la operación y mantenimiento de máquinas y sus dispositivos. Esta nueva tendencia se llamó "Mantenimiento Preventivo".

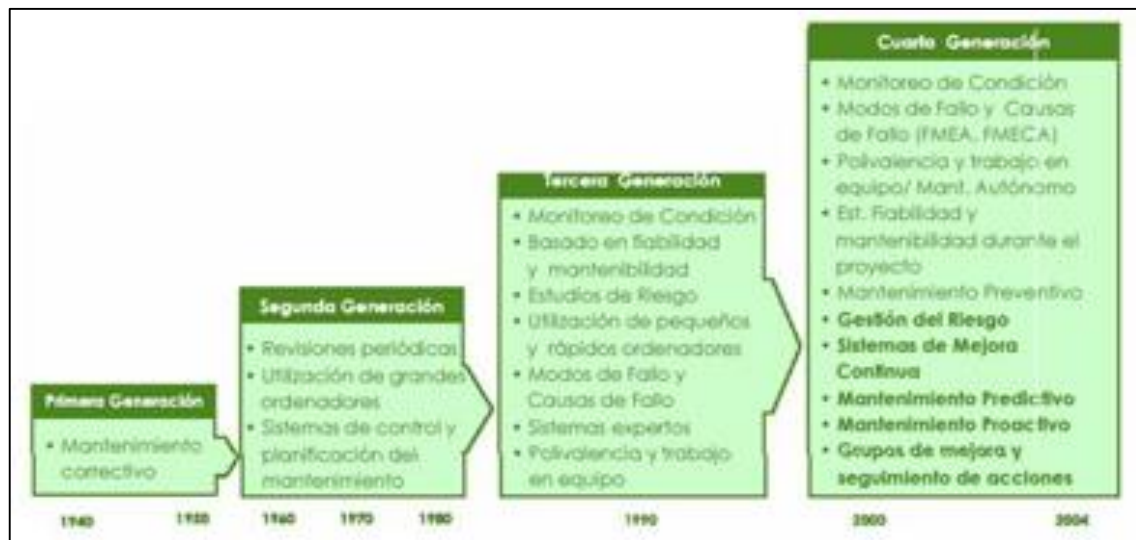
Como resultado, los gerentes de planta se interesaron en hacer que sus supervisores, mecánicos, electricistas otros técnicos, desarrollaran programas para lubricar y hacer observaciones clave para prevenir daños al equipo. Aun cuando ayudó a reducir pérdidas de tiempo, el Mantenimiento Preventivo era una alternativa costosa. La razón: Muchas partes se reemplazaban basándose en el tiempo de operación, mientras podían haber durado más tiempo. También se aplicaban demasiadas horas de labor innecesariamente.

Los tiempos y necesidades cambiaron, en 1960 nuevos conceptos se establecieron, "Mantenimiento Productivo" fue la nueva tendencia que determinaba una perspectiva más profesional. Se asignaron más altas responsabilidades a la gente relacionada con el mantenimiento y se hacían consideraciones acerca de la confiabilidad y el diseño del equipo y de la planta. Fue un cambio profundo y se generó el término de "Ingeniería de la Planta" en vez de "Mantenimiento", las tareas

a realizar incluían un más alto nivel de conocimiento de la confiabilidad de cada elemento de las máquinas y las instalaciones en general.

Diez años después, tomó lugar la globalización del mercado creando nuevas y más fuertes necesidades de excelencia en todas las actividades. Los estándares de "Clase Mundial" en términos de mantenimiento del equipo se comprendieron y un sistema más dinámico tomó lugar. TPM es un concepto de mejoramiento continuo que ha probado ser efectivo. Primero en Japón y luego de vuelta a América (donde el concepto fue inicialmente concebido, según algunos historiadores). Se trata de participación e involucramiento de todos y cada uno de los miembros de la organización hacia la optimización de cada máquina

Figura 6. Evolución del mantenimiento.



Fuente: GONZÁLEZ, Yrmeric. Evolución del mantenimiento. [En línea]. [Consultado el: 15 de enero de 2017]. Disponible en: <http://ugmamantenimiento12011.blogspot.com.co/2011/10/evolucion-del-mantenimiento.html>

4.5 FUNCIONES DE MANTENIMIENTO

Las funciones básicas del mantenimiento en cualquier planta o en cualquier empresa, están dadas por el mantener los activos en perfecto estado o en un estado de operación mínimo requerido para cumplir con su función, para lograr esto el mantenimiento se basa en unas funciones básicas, estas funciones son:

4.5.1 Inspección. Revisar los equipos en forma real, se revisan en funcionamiento y en estado de reposo, esto con el ánimo de encontrar el estado real del equipo.

4.5.2 Conservar. Revisar que el equipo presente las características iniciales de operación o presente las características de fabricación.

4.5.3 Corregir. Corregir o reparar las fallas que se presenten en el equipo con el ánimo de garantizar las condiciones para realizar las funciones específicas, sea de operación o de fabricación.

4.6 TIPOS DE MANTENIMIENTO

En el mundo del mantenimiento existen tres tipos de mantenimiento fundamentales, los cuales son:

- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento predictivo
- Mantenimiento correctivo

4.6.1 Mantenimiento preventivo. El mantenimiento preventivo como su nombre lo indica tiene como finalidad prevenir que ocurra una falla o avería en los momentos que necesitamos los equipos a plena carga.

El mantenimiento surge como un órgano subordinado a la operación, cuyo objetivo básico era la ejecución de reparaciones, hoy conocida como mantenimiento correctivo¹⁰.

Esa situación se mantuvo hasta la década de los años 40, cuando en función de la segunda guerra mundial y de la necesidad de aumentar la rapidez de la producción, preocupó a la alta administración industrial no solo en corregir las fallas, sino también en evitar que estas ocurriesen; el personal técnico de mantenimiento pasó a desarrollar el proceso del mantenimiento preventivo, como una metodología para reducir y evitar las fallas.

De acuerdo a lo anterior tenemos que mantenimiento es la función empresarial a la que se encomienda el control del estado de los activos y bienes de todo tipo, tanto de las funciones productivas con las auxiliares y de servicios, en ese sentido se puede decir que el mantenimiento es el conjunto de acciones necesarias para conservar o restablecer un sistema a un estado que permita garantizar su funcionamiento a un costo mínimo

Todo esto nos lleva a la idea de que el mantenimiento empieza en el proyecto de la adquisición del equipo; en efecto, para poder llevar a cabo el mantenimiento de manera adecuada es imprescindible empezar a actuar con las especificaciones

¹⁰ SÁNCHEZ, Nubia. Desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo para los activos de la empresa Industrias CTS S.A.S. [En línea]. Tesis Ingeniera Mecánica. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físicomecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica, 2015. 176 p. [Consultado en: 10 de enero de 2017]. Disponible en: <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2015/156235.pdf>

técnicas del fabricante; en cuanto a la recepción, instalación y puesta en marcha del equipo; estas actividades cuando son realizadas con la participación del personal de mantenimiento deben servir para establecer y documentar el estado de referencia (punto de funcionamiento óptimo del equipo).¹¹

En las áreas de mayor relevancia donde los equipos deben estar siempre en estado operativo existen procedimientos definidos en lo que compete a tareas de mantenimiento, esto lo hacen con el fin de minimizar las pérdidas en caso de una falla, y también cuentan con ayudas informáticas, como pueden ser aplicaciones o programas especiales para el departamento de mantenimiento, todo esto con el fin primordial que es el de mantener controladas las emergencias en la planta.

El mantenimiento preventivo es el que tiene por misión mantener el nivel de servicio determinado en los equipos, programando las intervenciones de sus puntos más vulnerables en el momento más oportuno, suele tener una periodicidad, es decir, se interviene aunque el equipo no haya dado ningún síntoma de presentar problemas, es decir, un sistema de mantenimiento preventivo cubre todos los mantenimientos planeados, los cuales son realizados con el fin de prevenir la ocurrencia de fallas o detectarlas prematuramente, evitando así las paradas inesperadas de los equipos.¹²

¹¹ DÍAZ GÓMEZ, Alexander y ARDILA PÉREZ, Jorge. Plan de mantenimiento preventivo de la empresa FRUTAS POTOSI LTDA. [En línea]. Tesis Ingeniero Mecánico. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físicomecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica, 2007. 223 p. [Consultado en: 10 de enero de 2017]. Disponible en: <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2007/125287.pdf>.

¹² TUAY DÍAZ, César y LAVERDE MIRANDA, Cristian. Diseño e implementación de un plan de mantenimiento preventivo para las áreas de oleo-neumática, mecatrónica, hidráulica y neumática del Centro Industrial de Mantenimiento de Giron. [En línea]. Tesis Ingeniero Mecánico. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físicomecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica, 2016. 138 p. [Consultado en: 10 de enero de 2017]. Disponible en: <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2016/163448.pdf>.

El mantenimiento preventivo en general se ocupa en la determinación de condiciones operativas, de durabilidad y de confiabilidad de un equipo en mención este tipo de mantenimiento nos ayuda en reducir los tiempos que pueden generarse por mantenimiento correctivo.

Una de las desventajas que posee este sistema es que se pueden cambiar elementos que podrían brindar mucho más de sí, es decir, elementos que pueden aportar a la compañía algún tipo de ganancia, es por eso que este sistema tiene la particularidad que eleva el costo del inventario pero esto lo nivela cuando se revisa que al tener más repuestos, la gestión es mucho más asertiva.

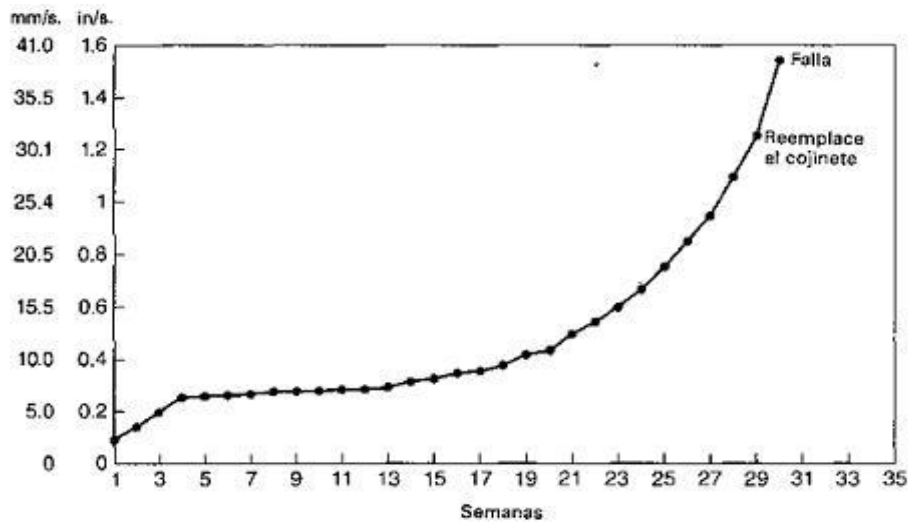
4.6.2 Mantenimiento predictivo. El mantenimiento predictivo es una técnica para pronosticar el punto futuro de falla de un componente de una máquina, de tal forma que dicho componente pueda reemplazarse, con base en un plan, justo antes de que falle. Así, el tiempo muerto del equipo se minimiza y el tiempo de vida del componente se maximiza.

Esta técnica supone la medición de diversos parámetros que muestren una relación predecible con el ciclo de vida del componente. Algunos ejemplos de dichos parámetros son los siguientes:

- Vibración de cojinetes.
- Temperatura de las conexiones eléctricas.
- Resistencia del aislamiento de la bobina de un motor.

La figura nos muestra el comportamiento de un cojinete, mediante el monitoreo, esta nos dice cuando deberíamos cambiar el cojinete de acuerdo a la vibración que presenta, justo antes de que ocurra la falla.

Figura 7. Curva mantenimiento predictivo.



El uso del mantenimiento predictivo consiste en establecer, en primer lugar, una perspectiva histórica de la relación entre la variable seleccionada y la vida del componente. Esto se logra mediante la toma de lecturas en intervalos periódicos hasta que el componente falle.

El mantenimiento predictivo presenta la ventaja que detecta la falla antes de su ocurrencia, por lo que se puede hacer una planeación correcta y así programar la tarea de mantenimiento en tiempos controlados, los cuales no afectan la operación del equipo, también tiene la particularidad que las inspecciones se pueden realizar con el equipo a plena carga, con esto ganamos el tiempo de la revisión.

4.6.3 Mantenimiento correctivo. Como mantenimiento correctivo se denomina aquel que se realiza con la finalidad de reparar fallos o defectos que se presenten en equipos y maquinarias.

Como tal, es la forma más básica de brindar mantenimiento, pues supone simplemente reparar aquello que se ha descompuesto. En este sentido, el mantenimiento correctivo es un proceso que consiste básicamente en localizar y corregir las averías o desperfectos que estén impidiendo que la máquina realice su función de manera normal.

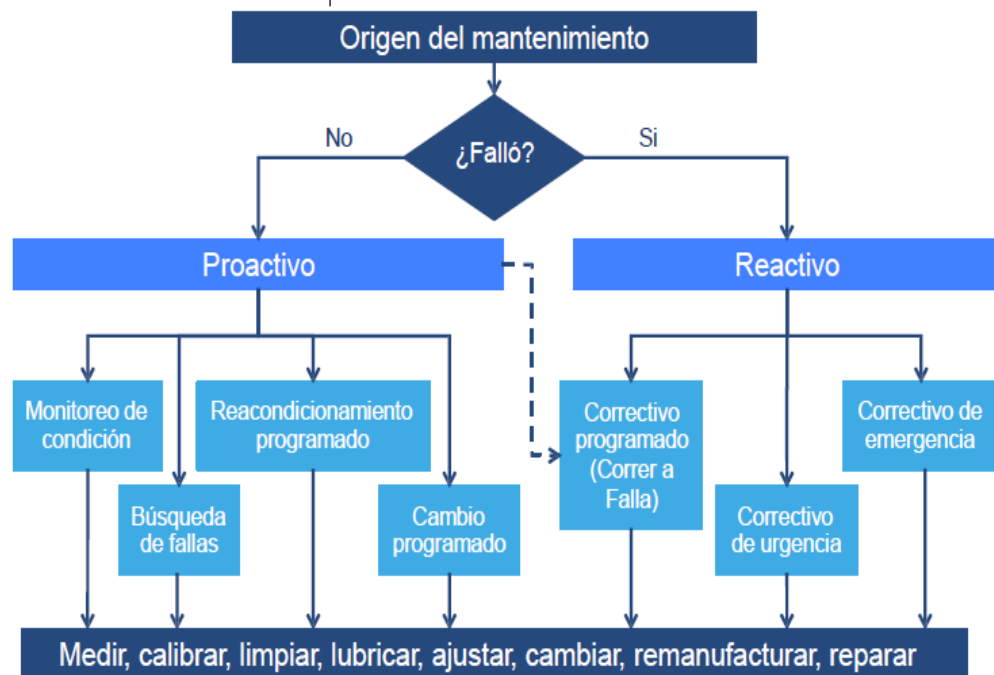
Dada la simplicidad de las máquinas antiguas y la ausencia de una cultura de consumo, como la actual, el mantenimiento correctivo era el la forma más usual de enfrentar las fallas de la maquinaria hasta el siglo XX.

Como tal, hoy en día se distingue entre dos tipos de mantenimiento correctivo: el mantenimiento correctivo contingente y el mantenimiento correctivo programado.

4.6.3.1 Mantenimiento correctivo contingente. El mantenimiento correctivo contingente o no planificado es aquel que se realiza de manera forzosa e imprevista, cuando ocurre un fallo, y que impone la necesidad de reparar el equipo antes de poder continuar haciendo uso de él. En este sentido, el mantenimiento correctivo contingente implica que la reparación se lleve a cabo con la mayor rapidez para evitar daños materiales y humanos, así como pérdidas económicas.

4.6.3.2 Mantenimiento correctivo programado. El mantenimiento correctivo programado o planificado es aquel que tiene como objetivo anticiparse a los posibles fallos o desperfectos que pueda presentar un equipo de un momento a otro. En este sentido, trata de prever, con base en experiencias previas, los momentos en que un equipo debe ser sometido a un proceso de mantenimiento para identificar piezas gastadas o posibles averías. De allí que sea un tipo de mantenimiento que procede haciendo una revisión general que diagnostica el estado de la maquinaria. Asimismo, este tipo de mantenimiento permite fijar con anterioridad el momento en que se va a realizar la revisión, de modo puedan aprovecharse horas de inactividad o de poca actividad.

Figura 8. Origen del mantenimiento.



Fuente: PERTUZ, Alberto. Memorias de clase de Principios de Mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físicomecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica. Especialización en Gerencia de Mantenimiento. Barranquilla, 2016.

4.7 GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

La gestión de mantenimiento radica su importancia en la manera como se prepara el departamento de mantenimiento en relación al deterioro y las posibles consecuencias que este trae a los equipos activos de la compañía, este deterioro y sus fallas se ven reflejado en las pérdidas que genera una parada fuera de control o en tiempos operativos.

Con una eficiente gestión de mantenimiento, se garantiza la disponibilidad de los equipos en los momentos críticos de producción, cuando se habla de gestión de mantenimiento se hace referencia a la importancia que tiene el mantener todo bajo control, es decir, el departamento de mantenimiento es visto como punto clave en la compañía, no como un gasto, cuando el departamento de mantenimiento se organiza, y se proyecta como una solución y además como una fuente productiva, en donde genere ganancias en los tiempos de paradas, en alargar la vida útil de los dispositivos y en donde evite el deterioro de los activos, tenemos que el departamento de mantenimiento es un engranaje fundamental de la compañía.

4.7.1 Planeación del mantenimiento. La planeación del mantenimiento la realizamos para tener claro lo que se va a realizar y para definir los recursos necesarios para mejorar la maquinaria y equipos que se utilizan en los procesos de producción, esta es la base para mejorar la operación de los equipos.

En la planeación del mantenimiento lo que se pretende es tener bajo control as actividades que se presentan en la ejecución del mantenimiento específico, cuando hablamos de planeación automáticamente nos referimos a un mantenimiento preventivo, o programado en donde la actividades están debidamente revisadas y con todos sus elementos listos para ser utilizados, esto con el fin de generar confianza y efectividad en la ejecución.

Figura 9. Gestión del mantenimiento.



4.7.2 Programación del mantenimiento. La programación del mantenimiento consiste en organizar de manera asertiva las actividades de mantenimiento a realizar, en un determinado tiempo, la persona de encargada de programar tiene como tarea la eliminar los tiempos muertos durante la ejecución del programa que se propone para cumplir con las necesidades del equipo que se interviene.

4.7.3 Realización de las tareas de mantenimiento. En esta instancia se pretende cumplir con las tareas propuestas en la programación, acá lo que debemos en contar con las personas idóneas para garantizar que las tareas serán realizadas de la mejor manera por personas capacitadas y con la mejor disposición para entregar a satisfacción la maquina o los dispositivos que se encuentran en intervención.

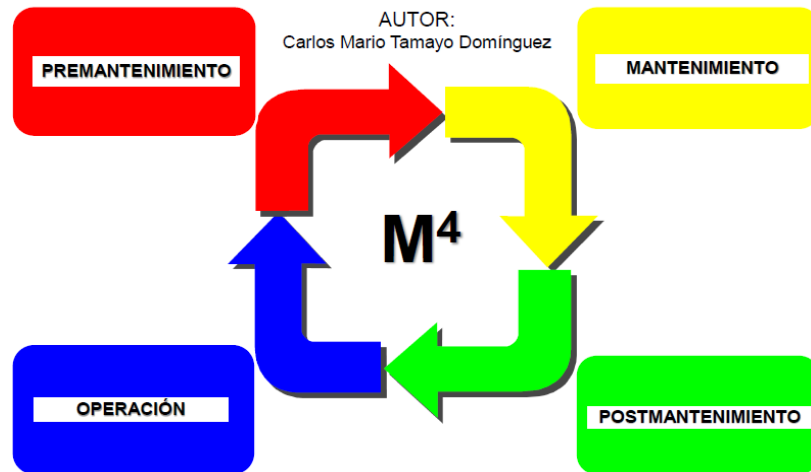
4.7.4 Finalización de las actividades. En este paso lo que requiere una persona idónea o indicada para que reciba el trabajo realizado y pueda dar el visto bueno de la actividad realizada en la máquina.

Con esto garantizamos que la actividad fue entregada a satisfacción y que no hay pendientes o errores en su ejecución.

4.8 CICLO DEL MANTENIMIENTO

4.8.1 Premantenimiento. El pre mantenimiento consiste en todo lo que se tiene recopilado antes de realizar alguna acción o actividad de mantenimiento, en este aparte tenemos lo que son las rutinas de inspección, los trabajos solicitados con tiempo para poder programarlos, los correctivos programados y demás actividades que necesiten de pronta intervención para garantizar la operatividad del equipo.

Figura 10. Ciclo PHVA en mantenimiento.



Fuente: TAMAYO DOMÍNGUEZ, Carlos. Memorias de clase de Gerencia Estratégica y Operacional del Mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físicomecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica. Especialización en Gerencia de Mantenimiento. Barranquilla, 2016.

4.8.2 Mantenimiento. Es el momento donde se van a realizar todas las tareas programadas, este depende de una buena planificación, de una buena programación y una gestión eficiente.

4.8.3 Postmantenimiento. Es todo lo que se realiza después de realizar las tareas de mantenimiento, es donde se revisa que las ordenes estén cerradas, se revisan los tiempos de la intervención y donde se revisan los puntos a mejorar para una próxima tarea.

4.8.4 Operación. Seguimiento al equipo en condiciones operativas, revisamos que todo esté en las condiciones requeridas para su operación sin novedades.

4.9 ESTÁNDAR DE FUNCIONAMIENTO

El estándar de funcionamiento está dado por la capacidad del activo o equipo de cumplir con lo que el usuario pretende sin la necesidad de intervenirlo es decir, el equipo realice la función para la que fue programado sin presentar ninguna falla.

5. FALLA

5.1 DEFINICIÓN DE FALLA

Una falla es la causa u evento que nos lleva a la finalización de la capacidad de un equipo para realizar su función adecuadamente o para dejar de realizarla en su totalidad.

Un elemento sujeto a una falla muestra propiedades que cambian gradualmente de un valor inicial a un límite fatal en líneas generales

5.2 FALLA TOTAL

Se define como la incapacidad de un equipo de realizar la función para la que fue programado o requerido en su totalidad, es decir el equipo se sale de los límites permisibles de su operación.

5.3 FALLA PARCIAL

Se presenta cuando el equipo pierde parte de su funcionalidad, esto se presenta cuando el equipo sigue operando pero no cumple con el total de sus funciones, en este caso se revisan los límites superior e inferior de operación y se determina que el equipo no está completamente funcional.

5.4 MODO DE FALLA

Está definido como cualquier situación o evento que dé como resultado la pérdida de la funcionalidad del equipo, es decir, es el evento que genera el paro del sistema o equipo en cuestión.

Tabla 1. Modos de falla del sistema de transporte de botellas.

Sistema: Transporte de botellas		
FUNCIÓN	FALLA	MODO DE FALLA
Transportar botellas hacia mesa de carga	No se mueve la mesa	Cadenas rotas Motor quemado Piñón suelto

La descripción de un modo de falla debe ser lo suficientemente detallada para poder seleccionar una estrategia de manejo apropiada, pero no tanto como para perder mucho tiempo en el proceso de análisis.

Las máquinas pueden dar falla por muchos factores, por esto que debemos conocer los diferentes modos de falla, esto para que en un futuro tengamos claro que hacer cuando ocurra el evento, la idea sería identificar los modos de falla en su totalidad, esto con el objetivo de saber realmente que impacto tiene en el proceso su ocurrencia.

5.5 ANALISIS DE CRITICIDAD

Es un método que permite cuantificar las consecuencias o impacto de las fallas de los componentes de un sistema, y la frecuencia con que se presentan para

establecer tareas de mantenimiento en aquellas áreas que están generando mayor repercusión en la funcionalidad, confiabilidad, mantenibilidad, riesgos y costos totales, con el fin de mitigarlas o eliminarlas por completo.

Para determinar la criticidad de una unidad o equipo se utiliza una matriz de frecuencia por consecuencia de la falla. En un eje se representa la frecuencia de fallas y en otro los impactos o consecuencias en los cuales incurrirá la unidad o equipo en estudio si le ocurre una falla.

Figura 11. Ejemplo de matriz de criticidad.



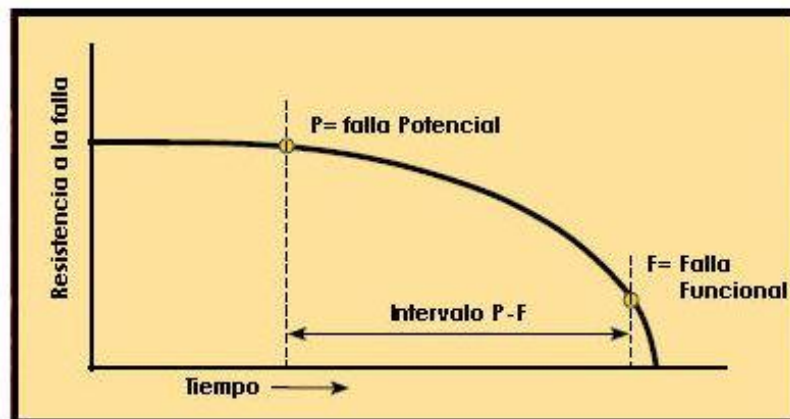
La matriz tiene un código de colores que permite identificar la menor o mayor intensidad de riesgo relacionado con el Valor de Criticidad de la instalación, sistema o equipo bajo análisis.

5.6 CURVA P – F

Esta curva nos indica que las fallas antes de presentarse, nos muestran alguna característica, esta nos dice que la falla se encuentra en el estado de falla potencial, es decir, esta falla esta próxima a convertirse en una falla funcional.

El saber interpretar estas características nos ayuda a realizar una buena planeación y posterior programación de las tareas, evitando el tema del correctivo, que al final os resulta más costoso por todo lo que lleva implícito una parada correctiva en tiempos operativos del equipo.

Figura 12. Curva P - F.



Fuente: RELIABILITY SOLUTIONS. Empujando su esfuerzo de mantenimiento. [En línea]. [Consultado el: 18 de enero de 2017]. Disponible en: <http://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/empujando-su-esfuerzo-de-mantenimiento>

Para poder tener los resultados esperados con la interpretación de la curva, se hace necesario utilizar las técnicas predictivas, con estas técnicas podemos aprovechar el intervalo P-F para lograr una mejor planeación de los trabajos que se requieran

para evitar la falla funcional, es decir realizar las intervenciones necesarias para no detener la operación lo más cerca al punto F, con esto a alargamos lo necesario la vida del componente y evitamos que el problema afecte otro sistema del equipo.

6. PROPUESTAS PARA LA ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Para la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo primero debemos identificar el equipo en que vamos a trabajar, debemos realizar la separación de los sistemas que lo integran y debemos subdividir los sistemas encontrados.

En el momento que tengamos todos los sistemas y subsistemas identificados debemos identificar las fallas que presentan cada uno, esto lo podemos realizar mediante una revisión al histórico de fallas de cada sistema, con este dato podemos ir levantando la lista de actividades de mantenimiento que nos evitarían en un futuro la repetición de las fallas.

6.1 RUTAS DE INSPECCIÓN

Este proceso consiste en realizar revisiones periódicas a los equipos que intervienen en el sistema, con el ánimo de garantizar su buen funcionamiento o por el contrario encontrar posibles anomalías que se pueden convertir en fallas generadoras de pérdidas en un futuro, este proceso se convierte en pieza fundamental de un programa de mantenimiento preventivo, ya que puede generar la alarma antes de que ocurra la falla catastrófica, ayudándonos a mantener los equipos en estado operativo, que al final es la tarea del departamento de mantenimiento.

6.2 DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMA MAQUINA EMPACADORA DE BOTTELLAS EN LINEA DE EMBASES RETORNABLES.

Las especificaciones técnicas a tener en cuenta en esta máquina son las mostradas en la tabla 2.

Tabla 2. Datos técnicos de la máquina empacadora.

Variable	Especificación
Marca	MAPER.
Dimensiones	Altura: 2,90 metros. Ancho: 4,15 metros. Longitud: 3,20 metros.
Capacidad	11 ciclos x min. (Promedio x ciclo: 5.4 segundos).
numero de cabezales	1 cabezal de 7 placas x 30 botellas, (192ml, 250ml, 350 ml). 1 cabezal de 7 placas x 12 botellas. (1250 ml). 1 cabezal de 7 placas x 9 botellas (2.5 lt)
Productos	Coca cola y sabores 192 ml. Coca cola y sabores 250 ml. Coca cola y sabores 350 ml Coca cola 1250 ml. Coca cola 2.5 lt

producción nominal	1750 cajas x hora.
Producción real	1750 cajas x hora.
Formatos	Coca cola y sabores 192 ml. (30 botellas x caja). Coca cola y sabores 350 ml. (30 botellas x caja). Coca cola 1250 ml. (12 botellas x caja). Coca cola 2.5 lt. (9 botellas x caja)
botellas a tratar	Botellas de vidrio y plastico
potencia total instalada	40 Amp, 220 v, 8 KW.
Tensión	220 v trifásico + tierra.
Presión de trabajo.	6 bares. (80 psi).

Fuente: COCA-COLA FEMSA. Manual Operativo. Barranquilla: La Compañía, 2016. 112 p.

6.2.1 Parámetros a controlar. Los parámetros a controlar en una Encajonadora por el Tecnólogo 2 de embotellado de cara al equipo que opera y en forma parcial impactan los siguientes Indicadores de Resultado:

6.2.1.1 Mermas de producto.

Por rotura: Corrección oportuna de puntos focalizados de caída de envase, Sincronización de tope de cajas, guía encajonadora desalineada, membranas de

agarre rotas, cajas con envase desde el desempacador, faltante de envase en cajas hacia Paletizadora.

6.2.1.2 Eficiencia de Línea.

Eficiencia de Línea: Control de velocidad de la empacadora en la norma.

Eficiencia Mecánica: Ejecución oportuna de programa de mantenimiento.

Una vez consiente de la responsabilidad de entregar un producto que cumpla con las especificaciones de Calidad, ahí pasa a controlar los siguientes parámetros Técnicos o indicadores de gestión o de sistema para asegurar los Indicadores de Resultados esperados.

6.3 VARIABLES A CONTROLAR EN EL PROCESO.

6.3.1 Velocidad. En esta máquina se procesan distintas presentaciones de botellas, cada una con características diferentes de contorno y tamaño entre otras, a pesar de esto el transportador de entrada de botellas y el transportador de carga, cuentan con velocidades ya programadas o fijas para todos los formatos, es decir no posee controles manuales o potenciómetros en la consola de mando, cualquier cambio en la velocidad se debe hacer desde el variador asignado, dentro del tablero principal.

La empacadora cuenta con dos transportadores de botellas, cada uno con dispositivos de control de paro y arranque, confirmación de presencia y flujo continuo de botellas.

Para este propósito el equipo cuenta con un selector de dos posiciones en el tablero de mando la selección del programa de velocidades asignadas para los transportadores del equipo, según el tipo de botellas a producir, encontrando las velocidades correspondientes a los formatos personales (192 ml, 250 ml, 350 ml, 1250 ml, 2 lt).

Cuando la velocidad en estos transportadores es mayor a la requerida, las botellas entraran con mucha presión, y no se distribuirán uniformemente por las guías enfiladoras además de desajustarlas, también se presenta sobreesfuerzo del tope de botellas, venciendo su resistencia y desalineando las botellas con respecto al cabezal que no podrá tomar la carga, correctamente.

Cuando la velocidad en estos transportadores es menor a la requerida, las botellas no se transfieren sobre toda la mesa, produciendo espacios vacíos entre las guías enfiladoras, caída de botellas constante, pausas en la operación por desabastecimiento en la carga, tiempos improductivos.

6.3.2 Presión. Durante todo el proceso de empaclado se encuentra la intervención de diferentes mecanismos neumáticos, por esto es de suma importancia determinar la presión de trabajo en los elementos. Cada uno de los sistemas cuenta con su respectiva válvula de regulación y manómetro.

En la siguiente tabla se encuentran los valores referentes a las presiones aplicadas a cada mecanismo neumático, y cómo se comporta cada una, al alterar esta variable.

Tabla 3. Presiones de trabajo.

PRESIONES DE TRABAJO SISTEMA NEUMATICO.				
SISTEMA	BAR	PSI	MAYOR PRESION	MENOR PRESION
ENTRADA PRINCIPAL	6	93	PRESIÓN MAXIMA, NO ES POSIBLE AUMENTAR.	POR SER LA ENTRADA GENERAL DEL EQUIPO, SE AFECTARA TODO EL SISTEMA NEUMÁTICO.
CABEZAL DE PLACAS PORTACOPAS	2	31	DAÑO EN DIAFRAGMAS, (DEFORMACION, FISURA).	SUELTA BOTELLAS.
AGITADOR	6	93	PRESIÓN MAXIMA, NO ES POSIBLE AUMENTAR.	NO AGITA, (NO HAY DISTRIBUCION UNIFORME DE BOTELLAS EN LAS GUIAS ENFILADORAS).
PISTONES SEPARACION DE PLACAS PORTACOPAS	2	31	DAÑO EN MANGUERAS	NO ACCIONAN LOS PISTONES
TOPE TRANSPORTADOR MESA DE CAJAS	6	93	PRESION MAXIMA, NO ES POSIBLE AUMENTAR.	NO ELEVA EL TRANSPORTADOR, NO LIBERA PASO DE CAJAS HACIA LA MESA DE DESCARGA).
TOPE TRANSPORTADOR DE ALIMENTACIÓN.	6	96	PRESION MAXIMA, NO ES POSIBLE AUMENTAR.	NO RERTIENE LAS CAJAS GENERANDO PAROS POR CAJA EXTRA EN LA MESA DE DESCARGA.
TOPE DE BOTELLAS	6	93	PRESIÓN MAXIMA, NO ES POSIBLE AUMENTAR.	EL TOPE CEDE Y LAS BOTELLA PIERDEN POSICION CON RESPECTO AL CABEZAL.

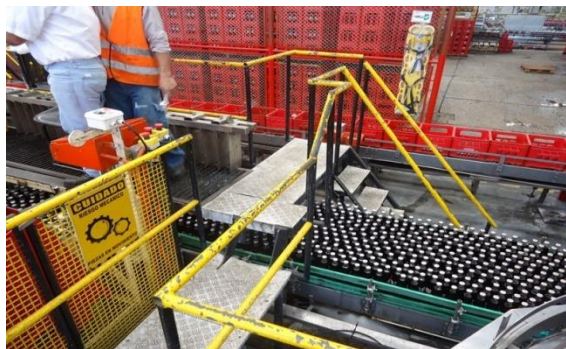
En la maquina empacadora intervienen muchos factores a los que le debe prestar mucha atención, tanto por el trabajo que realiza o por lo critico que se vuelven al momento de fallar por descuido u olvido de su intervención.

7. SISTEMAS EN EL PROCESO DE EMPACADO

7.1 PROCESO DE LA MÁQUINA

7.1.1 Alimentación de botellas. Después del proceso de llenado y coronado, las botellas llegan al equipo por los transportadores de botellas hasta el transportador de entrada de la empacadora, la acumulación es regulada por un sensor, activado por un balancín, que se encuentra instalado sobre la baranda lateral, con el fin de confirmar la acumulación y el abastecimiento continuo, de esta forma, se arranca o se detiene la operación del equipo, de forma automática. La importancia de controlar el abastecimiento, radica en que el transportador de entrada cuenta con una zona de acumulación antes de entrar a la mesa de cargue, con el objetivo de hacer una transferencia de botellas uniformemente sobre toda la mesa permitiendo distribuir botellas de forma vertical (botellas “paradas”) por todas las guías enfiladoras garantizando el empacado de cajas sin faltantes.

Figura 13. Transportador de entrada.



Fuente: COCA-COLA FEMSA. Manual Operativo. Barranquilla: La Compañía, 2016.

112 p.

La zona de acumulación es el tramo del transportador de alimentación antes de la entrega o transferencia, a la mesa de cargue. Se encuentra instalada de forma perpendicular a esta, por lo tanto la transferencia se hace sobre un plato muerto. Debido a que las botellas llegan masivamente es necesario disipar la presión para esto se encuentran instaladas la guías rompeolas sobre las barandas laterales, además de ayudar a redireccionar y distribuir el flujo de botellas hacia el transportador de la mesa de carga.

Figura 14. Zona de acumulación, plato de transferencia.



Fuente: COCA-COLA FEMSA. Manual Operativo. Barranquilla: La Compañía, 2016.
112 p.

Figura 15. Zona de acumulación.



Fuente: COCA-COLA FEMSA. Manual Operativo. Barranquilla: La Compañía, 2016.
112 p.

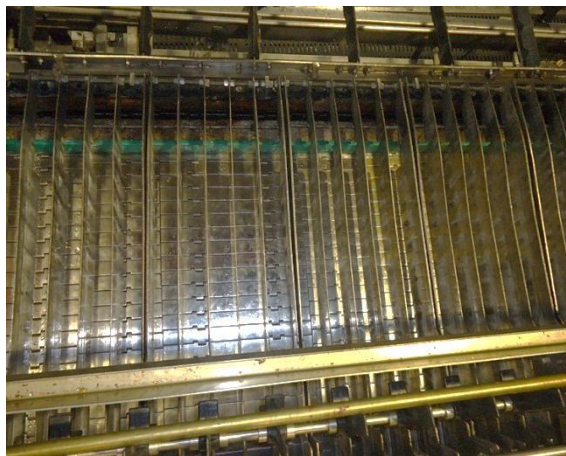
Figura 16. Rompeolas, distribución y transferencia de botellas.



Fuente: COCA-COLA FEMSA. Manual Operativo. Barranquilla: La Compañía, 2016.
112 p.

7.1.2 Mesa de carga. La mesa de carga tiene como base principal, la mesa transportadora de botellas es un conjunto de 29 cadenas Table-top que conducen y acomodan las botellas en la posición correcta para que estas puedan ser tomadas por el cabezal. Sobre este transportador encontramos las guías enfiladoras, tope de botellas, sistema detector de faltantes y el agitador de botellas.

Figura 17. Mesa de carga.

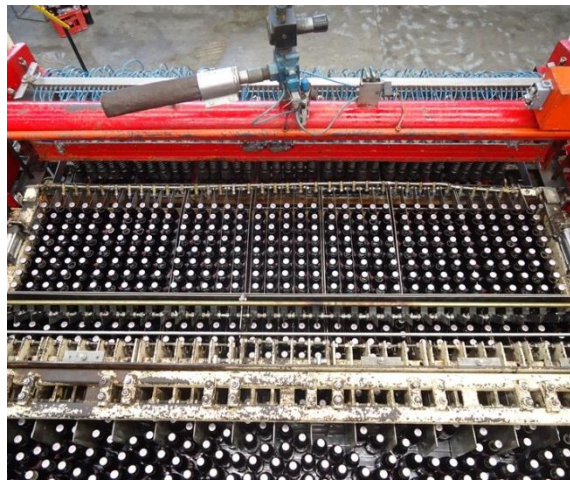


Fuente: COCA-COLA FEMSA. Manual Operativo. Barranquilla: La Compañía, 2016. 112 p.

7.1.3 Agitador de botellas. Una vez transferidas las botellas hacia la mesa de cargue son distribuidas uniformemente, un cilindro agitador de accionamiento neumático, le transmite movimiento de vaivén a un bastidor que soporta unas guías desajustadoras, facilitando el ingreso de las botellas a las guías enfiladoras.

7.1.4 Guías enfiladoras. Las guías enfiladoras son siete bloques instalados en paralelo, y en sentido de avance del transportador, distribuidas sobre todo el ancho de la mesa, cada bloque cuenta con las vías de suministro, correspondientes al formato (caja de 30 botellas, para 192ml, 350 ml.) o (caja de 12 botellas, para 1250 ml.) se compone de láminas guías alineadas y separadas a igual distancia que permiten conducir las botellas en filas, hasta un tope móvil para ubicar la carga que será recogida por el cabezal de copas.

Figura 18. Mesa de carga y siete bloques de guías enfiladoras.



Fuente: COCA-COLA FEMSA. Manual Operativo. Barranquilla: La Compañía, 2016. 112 p.

7.1.5 Tope de botellas. El tope móvil se encuentra instalado al final de las guías enfiladoras es el que limita el recorrido de las botellas sobre la mesa de carga, además de alinear las filas de botellas respecto al cabezal. Un cilindro neumático en cada extremo del tope, lo desplaza en el momento del agarre, liberando las botellas, una vez el cabezal se eleva con la carga los cilindros se retraen y el tope vuelve a su posición para posicionar la carga del siguiente ciclo.

7.1.6 Detector de faltantes. La máquina cuenta con un sistema detector de faltantes anclado al control del equipo con el fin de garantizar el empaqueo de cajas completas.

El proceso de detección de faltantes está compuesto por un árbol de Banderas y una fotocelda con su respectivo reflector, cada bandera corresponde a una vía de las guías enfiladoras, al momento de ingresar botellas cada bandera es levantada permitiendo que la señal de la fotocelda no sea interrumpida, cuando una o varias vías se desabastecen o se genera un espacio por botella caída, la bandera cae y la señal es interrumpida, ordenando al control de la maquina no recoger la carga, solo se reanudara la operación cuando se complete la fila de botellas o se ordene manualmente recoger la carga incompleta, desde la consola de mando.

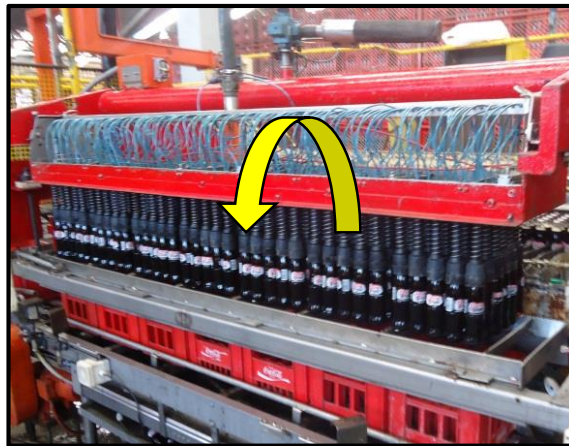
Figura 19. Detector de faltantes.



Fuente: COCA-COLA FEMSA. Manual Operativo. Barranquilla: La Compañía, 2016.
112 p.

7.1.7 Cabezal de botellas. Este mecanismo es el encargado de tomar el tendido de botellas desde la mesa de carga, transportarlas hasta la zona de descarga y depositarlas en las cajas, el movimiento del Cabezal es transmitido por un mecanismo pantógrafo que recibe movimiento del motor principal, también cuenta con un sistema neumático, un sistema de control de posición para el agarre y liberación de botellas (encoder), además de un sistema de seguridad para evitar daños en el equipo y al personal.

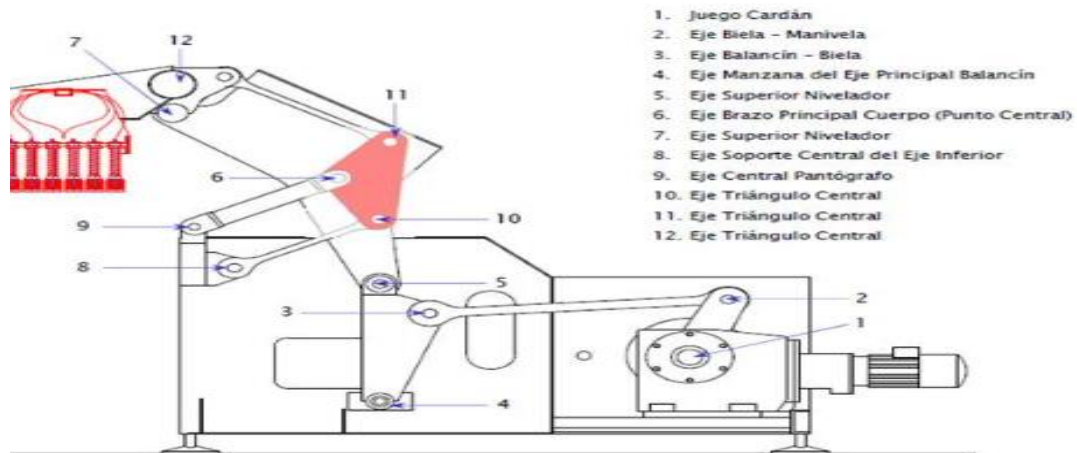
Figura 20. Desplazamiento del cabezal.



Fuente: COCA-COLA FEMSA. Manual Operativo. Barranquilla: La Compañía, 2016. 112 p.

7.1.8 Pantógrafos. El pantógrafo se compone de dos juegos de brazos que se desplazan en paralelo, se encuentran comunicados por el eje principal de transmisión en la base de la maquina (abajo de la mesa de cargue) y se comunican nuevamente en el extremo superior de los dos juegos de brazos por medio del soporte del cabezal.

Figura 21. Diagrama del Pantógrafo Mapper.



Fuente: COCA-COLA FEMSA. Manual Operativo. Barranquilla: La Compañía, 2016. 112 p.

Cada juego de pantógrafo se compone de las siguientes partes:

Tabla 4. Lista de partes, ejes y mecanismos del pantógrafo Mapper.

ITEM	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA	OBSERVACIONES
1	EJE Ø 90 mm		JUEGO CARDÁN
2	EJE 2 - PASADOR Ø50 x 127,6 mm	EB0624901008-00	EJE BIELA MANIVELA
3	EJE 3 - PASADOR Ø50 x 132 mm	EB0624901007-00	EJE BALANCIN BIELA
4	EJE 4 - PASADOR Ø40 x 330 mm	EB0624901006-00	EJE MANZANA EJE PRINCIPAL BALANCIN
5	EJE 5 - PASADOR Ø50 x 195 mm	EB0624901009-00	EJE SUPERIOR NIVELADOR
6	EJE 6 - PASADOR Ø40 x 182,5 mm	EB0624901005-00	EJE BRAZO PPAL CUERPO PUNTO CENTRAL
7	EJE 7 - PASADOR Ø50 x 235 mm	EB0624901004-00	EJE SUPERIOR NIVELADOR
8	EJE 8 - PASADOR Ø50 x 269 mm	EB0624901003-00	EJE SOPORTE CENTRAL EJE INFERIOR
9	EJE 9 - PASADOR Ø40 x 120 mm	EB0624901002-00	EJE CENTRAL PANTÓGRAFO
10	EJE 10 - PASADOR Ø50 x 81 mm	EB0624901001-00	EJE TRIANCULO CENTRAL
11	EJE 11 - PASADOR Ø50 x 81 mm	EB0624901001-00	EJE TRIANCULO CENTRAL
12	EJE 12 - PASADOR Ø50 x 81 mm	EB0624901001-00	EJE TRIANCULO CENTRAL

- Placas porta copas: el cabezal de placas porta copas es transportado por el juego de brazos pantógrafo y es el encargado de sujetar las botellas que se encuentran alineadas en la mesa de carga, este cuenta con cinco placas de copas porta botellas. En la empacadora se cuenta con dos cabezales intercambiables según el formato a producir, uno con 7 placas de 30 vástagos y copas, para un total de 210 botellas por carga, es utilizado para producir los formatos de 192 ml, 350 ml. El otro cabezal cuenta con 7 placas de 12 vástagos y copas, para un total de 84 botellas por ciclo.

Figura 22. Placa portacopas.



En la operación de carga y descarga del cabezal interviene un sistema neumático que controla el paso de aire para el agarre de botellas, mover el tope de botellas y accionar el separador de placas.

El proceso de empacado comienza cuando el cabezal es descende sobre las botellas que se encuentran enfiladas en la mesa de carga, una vez las copas bajan

y cubren la parte superior (cuello) de cada botella, una electro válvula permite paso de aire (3.5 bar, 50.7 PSI presión Max), que se encuentra contenido en la cámara de reserva del cabezal, conduciéndolo por los vástagos hasta llegar a las copas portabotellas, donde se comprime la membrana sobre el cuello de la botella produciendo el agarre.

El cabezal eleva la carga y la transporta hacia la mesa de descarga, donde se encuentra en posición el tendido de cajas, a empacar. (7 cajas x ciclo), una vez el cabezal se encuentra alineado sobre las estas, una electroválvula acciona dos cilindros que separan las placas portacopas generando espacios entre las botellas, para lograr una mejor alineación de estas, con su respectivo bolsillo o alojamiento en la caja, al mismo tiempo que continua descendiendo el cabezal hasta soltar y depositar la carga de botellas, elevando nuevamente el cabezal e iniciando el siguiente ciclo.

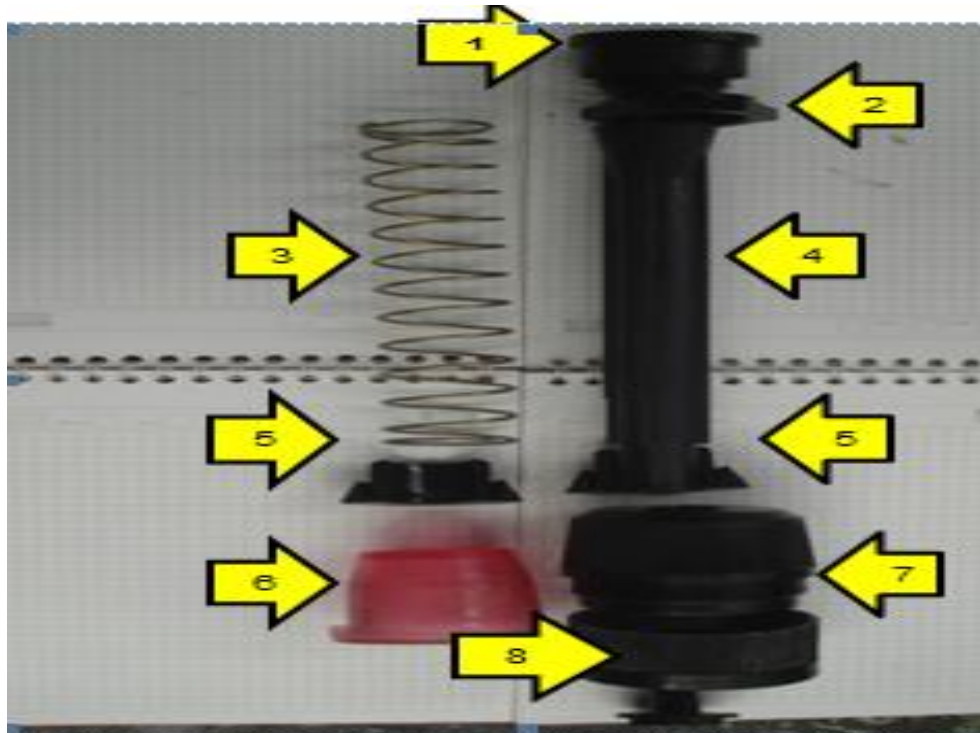
Figura 23. Cabezal de placas portabotellas con carga.



- Vástagos porta botellas: la función de los vástagos es llevar aire a presión hasta las membranas de caucho, ubicadas en el interior de las copas

portabotellas, estas membranas se contraen por efecto del aire comprimido y de esta forma sujetan el tendido de botellas, cuando por efecto de una electroválvula se desaloja el aire, esta se desinfla y suelta la botella depositándola en las cavidades o alojamientos de cada caja.

Figura 24. Despiece del vástago portacopas.



DESPIECE DE VÁSTAGO PORTACOPA:

1 – BUJE GUÍA, 2 - TUERCA BUJE GUÍA. 3 – RESORTE DE REPOSICION,
4 –VASTAGO, 5 - SOPORTE DEL RESORTE (BIPARTIDO), 6 – MEMBRANA DE
AGARRE, 7- COPA, (VASO Y TUERCA), 8 - TORNILLO FUSIBLE

- Transmisión principal: todo el sistema pantógrafo que transporta el cabezal de botellas, es movido por dos moto reductores cada uno acoplado a una

caja reductora marca SEW, de la cual salen dos ejes de arrastre, uno por el costado derecho y el otro por el izquierdo, cada uno transmitiendo movimiento al respectivo juego de brazos del pantógrafo, sobre uno de estos ejes esta acoplada un juego de piñones y cadena de rodillos, donde se encuentra un encoder incremental de 500 ppr y un sensor inductivo que marca el cero de la máquina, estas señales llegan al PLC, el cual las interpreta y controla los ciclos de carga y descarga de la maquina (cabezal en mesa de botellas, haciendo el agarre de botellas cabezal en mesa de cajas soltando las botellas).

Figura 25. Sistema de transmisión, encoder y sensor inductivo.



Figura 26. Motoreductores 1 y 2 de la transmisión de la máquina empacadora.



Figura 27. Vista posterior de la transmisión acoplada.



- Transportador de cajas: este transportador, es el encargado de suministrar y posicionar cajas plásticas para ser llenadas con botellas de bebida gaseosa, una vez es depositada la carga en estas, el transportador hace la evacuación e ingresa un nuevo tendido de cajas.

El transportador de cajas está compuesto por un sistema de control de presencia y acumulación, se divide en dos tramos, el transportador basculante y la mesa de descarga, anclados a un control común donde intervienen sensores fotoeléctricos para la confirmación de presencia de cajas y variación de velocidad además de sistemas de seguridad para detener el equipo si se presenta una situación que genere riesgo o peligro tanto al operador, como para el equipo.

- Transportador de entrada: este transportador es el encargado de suministrar y regular el paso de cajas hacia la mesa de descarga, cuenta con un tope de accionamiento neumático que se acciona para permitir el paso de cajas y se desactiva cuando han entrado 7 cajas. Esta banda también tiene un motor de 2 velocidades; está en velocidad alta cuando permite la entrada de cajas y en velocidad baja cuando las retiene.
- Mesa de descarga: la mesa de cajas tiene un tope accionado por un cilindro neumático, que mantiene las cajas en posición mientras el cabezal descarga las botellas. A lo largo de la banda transportadora se tienen ubicadas 3 fotoceldas, de las cuales la N°1 y N°2 determinan que están todas las cajas requeridas y la última detecta si hay una caja adicional o mal acomodada; en este caso no se descargan las botellas en las cajas hasta que se corrija el problema.

Al levantarse el cabezal después de descargar las botellas, baja el tope que retiene las cajas y se activa la banda en velocidad alta, cuando entra la primera caja, pasa de velocidad alta a baja y sube otra vez el tope para el siguiente ciclo.

8. MANDOS GENERALES

La empacadora tiene un punto de operación desde el cual se puede manipular y poner en funcionamiento la máquina, llamado consola de mando principal y se encuentra instalada sobre en el costado derecho de la estructura frontal del equipo cuenta con un grupo de selectores y pulsadores que permiten disponer el equipo en modo automático o manual.

En el modo manual todos estos pulsadores y selectores se habilitan para hacer movimientos individuales en cada grupo funcional. En el modo automático el PLC de la maquina genera la secuencia de pasos que componen el ciclo de empacado, entrando en operación continua.

Normalmente el operador se ubica en la tarima superior sobre la empacadora, donde se tiene una mejor perspectiva de toda la operación, en este punto encontramos una consola auxiliar con nueve pulsadores y un selector, estos permiten realizar operaciones básicas de reposición a la operación automática, es decir borrar falla “reset” y arranque en caso de una parada por fallas menores como señal de caja mal posicionada, señal de la barrera intruso o fallas donde no es necesario la intervención o activación manual de alguna de las unidades funcionales.

9. DIVISIÓN DE SISTEMAS Y SUBSISTEMAS

La máquina empacadora es un conjunto de sistemas que están por unos subsistemas, de igual manera los compuestos subsistemas están compuestos por otros dispositivos, los cuales permiten el desarrollo de las actividades individuales, que al sumarlas dan como resultado la operación de la maquina o equipo.

9.1 SUBSISTEMAS ALIMENTADOR DE BOTELLAS

En este sistema comienza el proceso de empaçado, de él depende que la maquina cuente con lo mínimo para realizar su operación.

Tabla 5. Componentes del sistema alimentador de botellas.

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTES SUSBSISTEMA
Alimentación de botellas	Cadenas Transportadoras de Botella	Cadena transporte de botellas 1
		Cadena transporte de botellas 2
		Cadena transporte de botellas 3
		Cadena transporte de botellas 4
		Piñón 1
		Piñón 2
		Piñón 3
		Piñón 4
		Guía retorno 1
		Guía retorno 2
		Guía retorno 3
		Guía retorno 4

	Transmisión	Motor
		Reductor
		Sistema de acople

9.2 SUBSISTEMAS MESA DE CARGA

Este sistema es el encargado de colocar la cantidad de botellas que requiere el cabezal para realizar su trabajo bajo condiciones operativas.

Tabla 6. Componentes subsistema mesa de carga.

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTES SUBSISTEMA
Mesa de Carga	Cadenas Transportadoras de Botella	Cadena transporte de botellas 1
		Cadena transporte de botellas 2
		Cadena transporte de botellas 3
		Cadena transporte de botellas 4
		Cadena transporte de botellas 5
		Cadena transporte de botellas 6
		Cadena transporte de botellas 7
		Cadena transporte de botellas 8
		Cadena transporte de botellas 9
		Cadena transporte de botellas 10
		Cadena transporte de botellas 11
		Cadena transporte de botellas 12
		Cadena transporte de botellas 13
		Cadena transporte de botellas 14

		Cadena transporte de botellas 15
		Cadena transporte de botellas 16
		Cadena transporte de botellas 17
		Cadena transporte de botellas 18
		Cadena transporte de botellas 19
		Cadena transporte de botellas 20
		Cadena transporte de botellas 21
		Cadena transporte de botellas 22
		Cadena transporte de botellas 23
		Cadena transporte de botellas 24
		Cadena transporte de botellas 25
		Cadena transporte de botellas 26
		Cadena transporte de botellas 27
		Cadena transporte de botellas 28
		Cadena transporte de botellas 29
		Piñón 1
		Piñón 2
		Piñón 3
		Piñón 4
		Piñón 5
		Piñón 6
		Piñón 7
		Piñón 8
		Piñón 9
		Piñón 10
		Piñón 11
		Piñón 12
		Piñón 13
		Piñón 14

		Piñón 15
		Piñón 16
		Piñón 17
		Piñón 18
		Piñón 19
		Piñón 20
		Piñón 21
		Piñón 22
		Piñón 23
		Piñón 24
		Piñón 25
		Piñón 26
		Piñón 27
		Piñón 28
		Piñón 29
		Guía retorno 1
		Guía retorno 2
		Guía retorno 3
		Guía retorno 4
		Guía retorno 5
		Guía retorno 6
		Guía retorno 7
		Guía retorno 8
		Guía retorno 9
		Guía retorno 10
		Guía retorno 11
		Guía retorno 12
		Guía retorno 13
		Guía retorno 14

		Guía retorno 15
		Guía retorno 16
		Guía retorno 17
		Guía retorno 18
		Guía retorno 19
		Guía retorno 20
		Guía retorno 21
		Guía retorno 22
		Guía retorno 23
		Guía retorno 24
		Guía retorno 25
		Guía retorno 26
		Guía retorno 27
		Guía retorno 28
Guía retorno 29		
Transmisión	Motor	
	Reductor	
	Piñones de Acople	
	Cadena transmisión	
	Tensor Cadena	

9.3 SISTEMA AGITADOR DE BOTELLAS

Este es el encargado de ayudar a las botellas a llegar a los bloques enfiladores.

Tabla 7. Componentes sistema agitador de botellas.

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTES SUBSISTEMA
Agitador de Botellas	Pistón agitador	Manguera neumatica1
		Manguera neumatica2
		Pistón
		Acoples
	Tren agitador	Presión de Aire
		Placas agitadoras
		Tornillería
		Espárragos Fijadores
		Teflón

9.4 SISTEMA GUÍAS ENFILADORAS

Este permite el acomodo de las botellas para esperar el ciclo de carga.

Tabla 8. Componentes sistema de guías enfiladoras.

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTES SUBSISTEMA
Guías Enfiladoras	Bloques enfiladores	Bloque Enfilador 1
		Bloque Enfilador 2
		Bloque Enfilador 3

		Bloque Enfilador 4
		Bloque Enfilador 5
		Bloque Enfilador 6
		Bloque Enfilador 7
		Tornillería
		Guías Centradoras

9.5 SISTEMA TOPE DE BOTELLAS

Este es el encargado de centrar la mesa de carga con el cabezal.

Tabla 9. Componentes sistema tope de botellas.

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTES SUBSISTEMA
Tope de botellas	Cilindros	Cilindro 1
		Manguera neumatica1
		Manguera neumatica2
		Cilindro 2
		Manguera neumatica3
		Manguera neumatica4
	Presión de Aire	
	Fijadores	Tornillo Fijador 1
		Tornillo Fijador 2
		Riel deslizador 1
Riel deslizador 2		

9.6 SISTEMA DETECTOR DE FALTANTES

Este es el encargado de avisar si las botellas están completas en la mesa para la ejecución del ciclo de carga.

Tabla 10. Componentes sistema detector de faltantes.

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTES SUBSISTEMA
Detector faltantes	Palpadores	Barra palpadores
		Alineación barra
	Sensores	Alimentación eléctrica
		Alineación sensores
	Fijadores	Tornillería

9.7 SISTEMA CABEZAL PRINCIPAL

Este es el encargado de realizar la carga de botellas y depositarla en las canastas que se encuentran en la mesa de descarga.

Tabla 11. Componentes sistema cabezal principal.

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTES SUBSISTEMA
Cabezal de Botellas	Bases de Fijación	Fijadores por presentación 1
		Fijadores por presentación 2
		Fijadores por presentación 3
		Fijadores por presentación 4
		Esparrago nivelación 1

		Esparrago nivelación 2
		Esparrago nivelación 3
		Esparrago nivelación 4

9.8 SISTEMA DE PANTÓGRAFOS

Este sistema es el encargado de transmitir el movimiento que realizan los reductores principales al cabezal de la máquina.

Tabla 12. Componentes sistema de pantógrafos,

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTES SUBSISTEMA
Pantógrafos	Pasadores	Eje 90mm Pantógrafo 1
		Eje 50 x 127.6 mm Pantógrafo 1
		Eje 50 x 132 mm Pantógrafo 1
		Eje 50 x 195 mm Pantógrafo 1
		Eje 50 x 235 mm Pantógrafo 1
		Eje 50 x 269 mm Pantógrafo 1
		Eje 50 x 81 mm Pantógrafo 1
		Eje 50 x 81 mm Pantógrafo 1
		Eje 50 x 81 mm Pantógrafo 1
		Eje 40 x 120 mm Pantógrafo 1
		Eje 40 x 330 mm Pantógrafo 1
		Eje 40 x 182.5 Pantógrafo 1
		Eje 90mm Pantógrafo 2
		Eje 50 x 127.6 mm Pantógrafo 2
		Eje 50 x 132 mm Pantógrafo 2

		Eje 50 x 195 mm Pantógrafo 2
		Eje 50 x 235 mm Pantógrafo 2
		Eje 50 x 269 mm Pantógrafo 2
		Eje 50 x 81 mm Pantógrafo 2
		Eje 50 x 81 mm Pantógrafo 2
		Eje 50 x 81 mm Pantógrafo 2
		Eje 40 x 120 mm Pantógrafo 2
		Eje 40 x 330 mm Pantógrafo 2
		Eje 40 x 182.5 Pantógrafo 2

9.9 SISTEMA PLACAS PORTA COPAS

Este sistema es el encargado de recoger la carga de botellas de la mesa, lo hace mediante un sistema de vástagos que se activan mediante un sistema neumático que agarra las botellas y las deposita en las canastas.

Tabla 13. Componentes sistema Placas Portacopas.

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTES SUBSISTEMA
Placas Porta Copas	Cilindros Separadores	Cilindro 1
		Cilindro 2
		Tijeras separadora 1
		Tijeras separadora 2
		Tijeras separadora 3
		Manguera neumatica1
		Manguera neumatica2

		Manguera neumatica3
		Manguera neumatica4
Aire Comprimido		Presión de aire
		Electro válvula
		Válvula Principal
		Regulador
Placas Separadoras		Placa Porta copa 1
		Placa Porta copa 2
		Placa Porta copa 3
		Placa Porta copa 4
		Placa Porta copa 5
		Placa Porta copa 6
		Placa Porta copa 7
Vástagos		Bujes guía Placa 1 x 30 unid
		Tuercas Buje placa 1 x 30 unid
		Resorte de Reposición Placa 1 x 30 unid
		Vástagos Placa 1 x 30 unid
		Bipartidos Placa 1 x 30 unid
		Membranas de Agarre Placa 1 x 30 unid
		Copas Placa 1 x 30 unid
		Tornillos Placa 1 x 30 unid
		Bujes guía Placa 2 x 30 unid
		Tuercas Buje placa 2 x 30 unid
		Resorte de Reposición Placa 2 x 30 unid
		Vástagos Placa 2 x 30 unid
		Bipartidos Placa 2 x 30 unid
		Membranas de Agarre Placa 2 x 30 unid
		Copas Placa 2 x 30 unid

		Tornillos Placa 2 x 30 unid
		Bujes guía Placa 3 x 30 unid
		Tuercas Buje placa 3 x 30 unid
		Resorte de Reposición Placa 3 x 30 unid
		Vástagos Placa 3 x 30 unid
		Bipartidos Placa 3 x 30 unid
		Membranas de Agarre Placa 3 x 30 unid
		Copas Placa 3 x 30 unid
		Tornillos Placa 3 x 30 unid
		Bujes guía Placa 4 x 30 unid
		Tuercas Buje placa 4 x 30 unid
		Resorte de Reposición Placa 4 x 30 unid
		Vástagos Placa 4 x 30 unid
		Bipartidos Placa 4 x 30 unid
		Membranas de Agarre Placa 4 x 30 unid
		Copas Placa 4 x 30 unid
		Tornillos Placa 4 x 30 unid
		Bujes guía Placa 5 x 30 unid
		Tuercas Buje placa 5 x 30 unid
		Resorte de Reposición Placa 5 x 30 unid
		Vástagos Placa 5 x 30 unid
		Bipartidos Placa 5 x 30 unid
		Membranas de Agarre Placa 5 x 30 unid
		Copas Placa 5 x 30 unid
		Tornillos Placa 5 x 30 unid
		Bujes guía Placa 6 x 30 unid
		Tuercas Buje placa 6 x 30 unid
		Resorte de Reposición Placa 6 x 30 unid

		Vástagos Placa 6 x 30 unid
		Bipartidos Placa 6 x 30 unid
		Membranas de Agarre Placa 6 x 30 unid
		Copas Placa 6 x 30 unid
		Tornillos Placa 6 x 30 unid
		Bujes guía Placa 7 x 30 unid
		Tuercas Buje placa 7 x 30 unid
		Resorte de Reposición Placa 7 x 30 unid
		Vástagos Placa 7 x 30 unid
		Bipartidos Placa 7 x 30 unid
		Membranas de Agarre Placa 7 x 30 unid
		Copas Placa 7 x 30 unid
		Tornillos Placa 7 x 30 unid

9.10 SISTEMA TRANSMISIÓN PRINCIPAL

Es el encargado de generar el movimiento principal a la máquina, este sistema mueve los brazos para que se realicen los ciclos de carga y descarga de la máquina.

Tabla 14. Componentes sistema Transmisión Principal.

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTES SUBSISTEMA
Transmisión Principal	Moto reductores	Motor 1
		Reductor 1
		Motor 2
		Reductor 2
	Encoder	Cadena Encoder

		Sensores
		Piñones
	Acople	Crucetas 1
		Crucetas 2
		Flanche 1
		Flanche 2

9.11 SISTEMA TRANSPORTE DE CAJAS

Este es el encargado de trasportar las cajas hasta la mesa de descarga.

Tabla 15. Componentes sistema transportador de cajas.

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTES SUBSISTEMA
Transportador de cajas	Cadenas Transportadoras de cajas	Cadena transportadora de cajas
		Piñón
		Guía Retorno
	Transmisión	Motor
		Reductor
		Piñones de Acople
		Cadena transmisión
		Tensor Cadena
	Flanche 2	

9.12 SISTEMA TRANSPORTE DE ENTRADA

Este es el encargado de entregar la cantidad de cajas exactas para que el ciclo se cumpla.

Tabla 16. Componentes sistema transportador de entrada.

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTES SUBSISTEMA
Transporte de entrada	Cadenas Transportadoras de cajas	Cadena transportadora de cajas
		Piñón
		Guía Retorno
	Transmisión	Motor
		Reductor
		Piñones de Acople
		Cadena Transmisión
		Tensor Cadena
	Basculante	Pistón
		Manguera 1
		Manguera 2
		Aire Comprimido

9.13 SISTEMA MESA DE DESCARGA

Este sistema es el que recibe el ciclo de descarga de la máquina.

Tabla 17. Componentes sistema mesa de descarga.

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTES SUBSISTEMA
Mesa Descarga	Tope de Cajas	Pistón
		Manguera 1
		Manguera 2
	Sensores	Aire Comprimido
		Alimentación Sensor 1
		Alimentación Sensor 2
		Alimentación Sensor 3
		Réflex 1
		Réflex 2
Réflex 3		

9.14 PROBLEMAS AL MOMENTO DE LA OPERACIÓN DE LA MAQUINA

Cuando se presenta un inconveniente, para restablecer el ritmo normal de producción de la empacadora, es fundamental un minucioso procedimiento de búsqueda de fallas. Enfrentar de manera organizada las operaciones de diagnóstico de los problemas de la máquina, significa aumentar notablemente la posibilidad de identificar las causas, posibles maneras de enfrentar los inconvenientes o posibles problemas es tener claro que hacer cuando se presenten, lo primero que debemos hacer es:

9.14.1 Comprender el problema. Antes de intentar resolverlo, es oportuno obtener el mayor número posible de datos con respecto al problema que se ha verificado: observar atentamente el inconveniente, buscar la información sobre las características de la máquina, considerar atentamente los ejemplos y las frecuencias.

9.14.2 Localizar el problema. Los inconvenientes que se presentan en la empacadora, se hallan localizados en los sistemas funcionales de la maquina:

- A. Alimentación de botellas.
- B. Mesa de carga.
- C. Cabezal de botellas y pantógrafo.
- D. Mesa de descarga y suministro de cajas.

10. FALLAS Y MODOS DE FALLA POR SISTEMA

A continuación encontraremos los sistemas con su falla y su posible modo de falla.

10.1 SISTEMA ALIMENTADOR DE BOTELLAS

Tabla 18. Falla y modo de falla alimentador de botellas.

SISTEMA	Falla	Modo de Falla
Alimentación de botellas	No Transporta botellas	Piños Suelto
		Cadena rota
		Motor quemado
		Reductor atorado
		Alimentación Motor

10.2 SISTEMA MESA DE CARGA

Tabla 19. Falla y modo de falla Mesa de carga.

SISTEMA	Falla	Modo de Falla
Mesa de Carga	No Transporta botellas	Piños Suelto
		Cadena rota
		Motor quemado
		Reductor atorado

		Alimentación Motor
		Cadena de transmisión rota

10.3 SISTEMA AGITADOR DE BOTELLAS

Tabla 20. Falla y modo de falla Agitador de Botellas.

SISTEMA	FALLA	MODO DE FALLA
Agitador de Botellas	No agita la carga	Mangueras Rotas
		Cilindro Frenado
		Placa Atorada
		Tornillos suelto

10.4 SISTEMA ENFILADOR

Tabla 21. Falla y modo de falla Enfiladores.

SISTEMA	FALLA	MODO DE FALLA
Guías Enfiladoras	No pasa la botella	Enfiladores doblados
		Enfiladores no centrados

10.5 SISTEMA TOPE DE BOTELLAS

Tabla 22. Falla y modo de falla tope de botellas.

SISTEMA	FALLA	MODO DE FALLA
Tope de botellas	Tope no queda fijo	Tornillos fijadores en mal estado
		Cilindros frenados
		Presión de aire baja

10.6 SISTEMA DETECTOR DE FALTANTES

Tabla 23. Falla y modo de falla sistema de faltantes.

SISTEMA	FALLA	MODO DE FALLA
Detector faltantes	No da la señal	Sensor en mala posición
		palpadores desalineados
		alimentación sensor

10.7 SISTEMA CABEZAL DE BOTELLAS

Tabla 24. Falla y modo de falla Cabezal de Botellas.

SISTEMA	FALLA	MODO DE FALLA
Cabezal de Botellas	No recoge la carga completa	Espárragos Desalineados
		Fijadores en mala posición

10.8 SISTEMA PANTÓGRAFOS

Tabla 25. Falla y modo de falla Pantógrafo.

SISTEMA	FALLA	MODO DE FALLA
Pantógrafos	No realiza movimiento mecánico	Pasador suelto
		Rodamiento frenado
		Desnivel total

10.9 SISTEMA PLACAS PORTACOPAS

Tabla 26. Falla y modo de falla Pantógrafos.

SISTEMA	FALLA	MODO DE FALLA
Placas Porta Copas	No recoge la carga completa	Vástago en mal estado
		presión de aire deficiente
		Cilindro en mal estado

10.10 SISTEMA TRANSMISIÓN PRINCIPAL

Tabla 27. Falla y modo de falla Transmisión Principal.

SISTEMA	FALLA	MODO DE FALLA
Transmisión Principal	No Realiza Ningún Movimiento	Ausencia de Voltaje
		Moto reductor Desacoplado
		Crucetas Dañadas
		Flanches sueltos

10.11 SISTEMA TRANSPORTADOR DE CAJAS

Tabla 28. Falla y modo de falla Transporte de Cajas.

SISTEMA	FALLA	MODO DE FALLA
Transportador de cajas	No Arranca el Transportador	Piños Suelto
		Cadena rota
		Motor quemado
		Reductor atorado
		Ausencia de voltaje
		Cadena de transmisión rota

10.12 SISTEMA TRANSPORTE DE ENTRADA

Tabla 29. Falla y modo de falla Transporte de Entrada.

SISTEMA	FALLA	MODO DE FALLA
Transporte de entrada	No entran cajas a la mesa de descarga	Piños Suelto
		Cadena rota
		Motor quemado
		Reductor atorado
		Ausencia de voltaje
		Cadena de transmisión rota
		Ausencia Aire Comprimido
		Cilindro Frenado

10.13 SISTEMA MESA DE DESCARGA

Tabla 30. Falla y modo de falla Mesa Descarga.

SISTEMA	FALLA	MODO DE FALLA
Mesa Descarga	No hay Señal para el ciclo de descarga	Cilindro Frenado
		Ausencia Aire Comprimido
		Fotoceldas desenfocadas
		Ausencia de Voltaje

11. MODELO PILOTO PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El plan de mantenimiento preventivo que se propone se dejara plasmado en un formato el cual tendrá la información necesaria para su fácil y práctica utilización, en este formato tendremos:

- Sistema
- Subsistema
- Componente
- Actividad
- Frecuencia
- Tiempo

El modelo que planteamos a continuación tiene las actividades de mantenimiento mínimas en cada sistema, con este modelo se pretende atender las fallas que pueden generar pérdidas en el proceso de empacado, la finalidad de este modelo es el atacar las actividades correctivas.

El modelo de mantenimiento que se definió en la tabla 31.

Tabla 31. Modelo de mantenimiento definido.

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTES SUBSISTEMA	Actividad	TIPO ACTIVIDAD	Frecuencia	Minutos Ejecución	
Alimentación de botellas	Cadenas Transportadoras de Botella	Cadena transporte de botellas 1	Revisar elongación	Preventiva	Mensual	10	
		Cadena transporte de botellas 2	Revisar elongación	Preventiva	Mensual	10	
		Cadena transporte de botellas 3	Revisar elongación	Preventiva	Mensual	10	
		Cadena transporte de botellas 4	Revisar elongación	Preventiva	Mensual	10	
			Piñón 1	Retirar cadena y revisar estado piñón	Preventiva	Mensual	15
			Piñón 2	Retirar cadena y revisar estado piñón	Preventiva	Mensual	15
			Piñón 3	Retirar cadena y revisar estado piñón	Preventiva	Mensual	15
			Piñón 4	Retirar cadena y revisar estado piñón	Preventiva	Mensual	15

de Botella	Cadena transporte de botellas 2	Revisar elongación	Preventiva	Mensual	10
	Cadena transporte de botellas 3	Revisar elongación	Preventiva	Mensual	10
	Cadena transporte de botellas 4	Revisar elongación	Preventiva	Mensual	10
	Cadena transporte de botellas 5	Revisar elongación	Preventiva	Mensual	10
	Cadena transporte de botellas 6	Revisar elongación	Preventiva	Mensual	10
	Cadena transporte de botellas 7	Revisar elongación	Preventiva	Mensual	10
	Cadena transporte de botellas 8	Revisar elongación	Preventiva	Mensual	10
	Cadena transporte de botellas 9	Revisar elongación	Preventiva	Mensual	10
	Cadena transporte de botellas 10	Revisar elongación	Preventiva	Mensual	10
	Cadena transporte de botellas 11	Revisar elongación	Preventiva	Mensual	10

Piñón 3	Retirar cadena y revisar estado piñón	Preventiva	Mensual	15
Piñón 4	Retirar cadena y revisar estado piñón	Preventiva	Mensual	15
Piñón 5	Retirar cadena y revisar estado piñón	Preventiva	Mensual	15
Piñón 6	Retirar cadena y revisar estado piñón	Preventiva	Mensual	15
Piñón 7	Retirar cadena y revisar estado piñón	Preventiva	Mensual	15
Piñón 8	Retirar cadena y revisar estado piñón	Preventiva	Mensual	15
Piñón 9	Retirar cadena y revisar estado piñón	Preventiva	Mensual	15
Piñón 10	Retirar cadena y revisar estado piñón	Preventiva	Mensual	15
Piñón 11	Retirar cadena y revisar estado piñón	Preventiva	Mensual	15
Piñón 12	Retirar cadena y revisar estado piñón	Preventiva	Mensual	15

Piñón 13	Retirar cadena y revisar estado piñón	Preventiva	Mensual	15
Piñón 14	Retirar cadena y revisar estado piñón	Preventiva	Mensual	15
Piñón 15	Retirar cadena y revisar estado piñón	Preventiva	Mensual	15
Piñón 16	Retirar cadena y revisar estado piñón	Preventiva	Mensual	15
Piñón 17	Retirar cadena y revisar estado piñón	Preventiva	Mensual	15
Piñón 18	Retirar cadena y revisar estado piñón	Preventiva	Mensual	15
Piñón 19	Retirar cadena y revisar estado piñón	Preventiva	Mensual	15
Piñón 20	Retirar cadena y revisar estado piñón	Preventiva	Mensual	15
Piñón 21	Retirar cadena y revisar estado piñón	Preventiva	Mensual	15
Piñón 22	Retirar cadena y revisar estado piñón	Preventiva	Mensual	15

Piñón 23	Retirar cadena y revisar estado piñón	Preventiva	Mensual	15
Piñón 24	Retirar cadena y revisar estado piñón	Preventiva	Mensual	15
Piñón 25	Retirar cadena y revisar estado piñón	Preventiva	Mensual	15
Piñón 26	Retirar cadena y revisar estado piñón	Preventiva	Mensual	15
Piñón 27	Retirar cadena y revisar estado piñón	Preventiva	Mensual	15
Piñón 28	Retirar cadena y revisar estado piñón	Preventiva	Mensual	15
Piñón 29	Retirar cadena y revisar estado piñón	Preventiva	Mensual	15
Eje Porta Piñón	Retirar Piñones y Revisar Estado del eje	Preventiva	Semestral	120
Guía retorno 1	Retirar cadena y revisar estado de la guía de retorno	Preventiva	Mensual	15
Guía retorno 2	Retirar cadena y revisar estado de la guía de retorno	Preventiva	Mensual	15

Guía retorno 3	Retirar cadena y revisar estado de la guía de retorno	Preventiva	Mensual	15
Guía retorno 4	Retirar cadena y revisar estado de la guía de retorno	Preventiva	Mensual	15
Guía retorno 5	Retirar cadena y revisar estado de la guía de retorno	Preventiva	Mensual	15
Guía retorno 6	Retirar cadena y revisar estado de la guía de retorno	Preventiva	Mensual	15
Guía retorno 7	Retirar cadena y revisar estado de la guía de retorno	Preventiva	Mensual	15
Guía retorno 8	Retirar cadena y revisar estado de la guía de retorno	Preventiva	Mensual	15
Guía retorno 9	Retirar cadena y revisar estado de la guía de retorno	Preventiva	Mensual	15
Guía retorno 10	Retirar cadena y revisar estado de la guía de retorno	Preventiva	Mensual	15
Guía retorno 11	Retirar cadena y revisar estado de la guía de retorno	Preventiva	Mensual	15
Guía retorno 12	Retirar cadena y revisar estado de la guía de retorno	Preventiva	Mensual	15

Guía retorno 13	Retirar cadena y revisar estado de la guía de retorno	Preventiva	Mensual	15
Guía retorno 14	Retirar cadena y revisar estado de la guía de retorno	Preventiva	Mensual	15
Guía retorno 15	Retirar cadena y revisar estado de la guía de retorno	Preventiva	Mensual	15
Guía retorno 16	Retirar cadena y revisar estado de la guía de retorno	Preventiva	Mensual	15
Guía retorno 17	Retirar cadena y revisar estado de la guía de retorno	Preventiva	Mensual	15
Guía retorno 18	Retirar cadena y revisar estado de la guía de retorno	Preventiva	Mensual	15
Guía retorno 19	Retirar cadena y revisar estado de la guía de retorno	Preventiva	Mensual	15
Guía retorno 20	Retirar cadena y revisar estado de la guía de retorno	Preventiva	Mensual	15
Guía retorno 21	Retirar cadena y revisar estado de la guía de retorno	Preventiva	Mensual	15
Guía retorno 22	Retirar cadena y revisar estado de la guía de retorno	Preventiva	Mensual	15

			Medir aceite	Preventiva	Mensual	15	
Agitador de Botellas	Pistón agitador	Manguera neumatica1	Cambio de Aceite	Preventiva	Anual	60	
			Cambio tramos de manguera	Por frecuencia	Anual	15	
		Manguera neumatica2	Inspección anomalías (fugas, deformidades)	Preventiva	Trimestral	5	
				Por frecuencia	Anual	15	
			Inspección anomalías (fugas, deformidades)	Preventiva	Trimestral	5	
				Inspección anomalías (fugas, deformidades)	Preventiva	Trimestral	10
		Cilindro	Cambio cilindro	Por frecuencia	Anual	60	
			Acoples	Preventiva	Semestral	15	
		Tren agitador	Placas agitadoras	Revisar tolerancia	Preventiva	bimensual	60
				Revisar tornillería	Preventiva	Mensual	120
Espárragos Fijadores	Revisar Alineación		Preventiva	Semestral	120		
Guías	Bloques	Bloque Enfilador 1	Revisar pegas	Preventiva	Mensual	10	

Enfiladoras	enfiladores	Revisar anomalías en el material	Preventiva	Semestral	10		
		Bloque Enfilador 2	Revisar pegas	Preventiva	Mensual	10	
		Bloque Enfilador 3	Revisar anomalías en el material	Preventiva	Semestral	10	
			Revisar pegas	Preventiva	Mensual	10	
		Bloque Enfilador 4	Revisar anomalías en el material	Preventiva	Semestral	10	
			Revisar pegas	Preventiva	Mensual	10	
		Bloque Enfilador 5	Revisar anomalías en el material	Preventiva	Semestral	10	
			Revisar pegas	Preventiva	Mensual	10	
		Bloque Enfilador 6	Revisar anomalías en el material	Preventiva	Semestral	10	
			Revisar pegas	Preventiva	Mensual	10	
		Bloque Enfilador 7	Revisar anomalías en el material	Preventiva	Semestral	10	
			Revisar pegas	Preventiva	Mensual	10	
				Revisar anomalías en el material	Preventiva	Semestral	10

		material				
Tope de botellas	Cilindros	Cilindro 1	Inspección anomalías (fugas, deformidades)	Preventiva	Trimestral	10
			Cambio cilindro	Por frecuencia	Anual	60
		Manguera neumatica1	Cambio tramos de manguera	Por frecuencia	Anual	15
			Inspección anomalías (fugas, deformidades)	Preventiva	Trimestral	5
		Manguera neumatica2	Cambio tramos de manguera	Por frecuencia	Anual	15
			Inspección anomalías (fugas, deformidades)	Preventiva	Trimestral	5
	Cilindro 2	Cilindro 2	Inspección anomalías (fugas, deformidades)	Preventiva	Trimestral	10
			Cambio cilindro	Por frecuencia	Anual	60
		Manguera neumatica3	Cambio tramos de manguera	Por frecuencia	Anual	15
			Inspección anomalías (fugas, deformidades)	Preventiva	Trimestral	5

		deformidades)				
		Cambio tramos de manguera	Por frecuencia	Anual	15	
		Inspección anomalías (fugas, deformidades)	Preventiva	Trimestral	5	
		Cambio Tornillo	Por frecuencia	Anual	15	
		Cambio Tornillo	Por frecuencia	Anual	15	
		Cambio Riel	Por frecuencia	Anual	60	
		Cambio Riel	Por frecuencia	Anual	60	
		Inspeccionar palpadores completos	Inspección	Mensual	5	
		Revisar conexión	Preventiva	Trimestral	10	
		Revisar estado del sensor	Preventiva	Trimestral	5	
		Revisar estado réflex	Inspección	Trimestral	5	
		Cambiar tornillos de fijación	Preventiva	Semestral	5	
		Manguera neumatica4				
		Tornillo Fijador 1				
		Tornillo Fijador 2				
		Riel deslizador 1				
		Riel deslizador 2				
		Barra palpadores				
		Fotocelda				
		Fijadores por presentación 1				
		Palpadores				
		Sensor				
		Bases de Fijación				
		Detector faltantes				
		Cabezal de Botellas				

Pantógrafo 1			
Eje 50 x 195 mm Pantógrafo 1	Preventiva	Semestral	
Eje 50 x 235 mm Pantógrafo 1	Preventiva	Semestral	
Eje 50 x 269 mm Pantógrafo 1	Preventiva	Semestral	
Eje 50 x 81 mm Pantógrafo 1	Preventiva	Semestral	
Eje 50 x 81 mm Pantógrafo 1	Preventiva	Semestral	
Eje 50 x 81 mm Pantógrafo 1	Preventiva	Semestral	
Eje 40 x 120 mm Pantógrafo 1	Preventiva	Semestral	
Eje 40 x 330 mm Pantógrafo 1	Preventiva	Semestral	
Eje 40 x 182.5 Pantógrafo 1	Preventiva	Semestral	
Eje 90mm Pantógrafo	Preventiva	Semestral	

2					
Eje 50 x 127.6 mm Pantógrafo 2		Preventiva	Semestral		
Eje 50 x 132 mm Pantógrafo 2		Preventiva	Semestral		
Eje 50 x 195 mm Pantógrafo 2		Preventiva	Semestral		
Eje 50 x 235 mm Pantógrafo 2		Preventiva	Semestral		
Eje 50 x 269 mm Pantógrafo 2		Preventiva	Semestral		
Eje 50 x 81 mm Pantógrafo 2		Preventiva	Semestral		
Eje 50 x 81 mm Pantógrafo 2		Preventiva	Semestral		
Eje 50 x 81 mm Pantógrafo 2		Preventiva	Semestral		
Eje 40 x 120 mm Pantógrafo 2		Preventiva	Semestral		
Eje 40 x 330 mm		Preventiva	Semestral		

Placas Porta Copas	Cilindros Separadores	Pantógrafo 2	Preventiva	Semestral		
		Eje 40 x 182.5 Pantógrafo 2				
		Cilindro 1	Lubricar Sistema	Preventiva	15 días	60
			Inspección anomalías (fugas, deformidades)	Preventiva	Trimestral	10
		Cilindro 2	Cambio cilindro	Por frecuencia	Anual	60
			Inspección anomalías (fugas, deformidades)	Preventiva	Trimestral	10
		Tijeras separadora 1	Cambio cilindro	Por frecuencia	Anual	60
			Revisar estado de la tijera	Preventiva	Mensual	10
			Realizar lubricación	Por frecuencia	Mensual	10
		Tijeras separadora 2	Revisar estado de la tijera	Preventiva	Mensual	10
			Realizar lubricación	Por frecuencia	Mensual	10
		Tijeras separadora 3	Revisar estado de la tijera	Preventiva	Mensual	10

		Realizar lubricación	Por frecuencia	Mensual	10
Manguera neumatica1	Cambio tramos de manguera		Por frecuencia	Anual	15
	Inspección anomalías (fugas, deformidades)		Preventiva	Trimestral	5
Manguera neumatica2	Cambio tramos de manguera		Por frecuencia	Anual	15
	Inspección anomalías (fugas, deformidades)		Preventiva	Trimestral	5
Manguera neumatica3	Cambio tramos de manguera		Por frecuencia	Anual	15
	Inspección anomalías (fugas, deformidades)		Preventiva	Trimestral	5
Manguera neumatica4	Cambio tramos de manguera		Por frecuencia	Anual	15
	Inspección anomalías (fugas, deformidades)		Preventiva	Trimestral	5
Placas Separadoras	Realizar alineación		Preventiva	Semestral	30
	Revisar que se encuentren los		Preventiva	Mensual	30

		30 vástagos en óptimas condiciones			
Placa Porta copa 2		Realizar alineación	Preventiva	Semestral	30
		Revisar que se encuentren los 30 vástagos en óptimas condiciones	Preventiva	Mensual	30
Placa Porta copa 3		Realizar alineación	Preventiva	Semestral	30
		Revisar que se encuentren los 30 vástagos en óptimas condiciones	Preventiva	Mensual	30
Placa Porta copa 4		Realizar alineación	Preventiva	Semestral	30
		Revisar que se encuentren los 30 vástagos en óptimas condiciones	Preventiva	Mensual	30
Placa Porta copa 5		Realizar alineación	Preventiva	Semestral	30
		Revisar que se encuentren los 30 vástagos en óptimas condiciones	Preventiva	Mensual	30
Placa Porta copa 6		Realizar alineación	Preventiva	Semestral	30

Transmisión Principal	Moto reductores	Placa Porta copa 7	Revisar que se encuentren los 30 vástagos en óptimas condiciones	Preventiva	Mensual	30	
			Realizar alineación	Preventiva	Semestral	30	
			Revisar que se encuentren los 30 vástagos en óptimas condiciones	Preventiva	Mensual	30	
		Motor 1	Cambio de rodamientos	Por frecuencia	Preventiva	Trimestral	20
				Realizar medición de voltaje	Preventiva	Trimestral	20
				Realizar medición de amp	Preventiva	Trimestral	10
		Reductor 1	Cambio de rodamientos	Medir Temperatura	Preventiva	Trimestral	300
				Medir aceite	Preventiva	Mensual	15
				Cambio de Aceite	Preventiva	Trimestral	60
		Motor 2	Cambio de rodamientos	Por frecuencia	Preventiva	Trimestral	120
				Realizar medición de voltaje	Preventiva	Trimestral	20
				Realizar medición de amp	Preventiva	Trimestral	20

			Medir Temperatura	Preventiva	Trimestral	10
Reductor 1			Cambio de rodamientos	Preventiva	Anual	300
			Medir aceite	Preventiva	Mensual	15
			Cambio de Aceite	Preventiva	Anual	60
Cadena Encoder			Cambiar	Por frecuencia	Anual	30
			Sensores	Preventiva	Semestral	30
			Piñones	Preventiva	Anual	40
Cruceetas 1			Cambiar cruceetas	Por frecuencia	Anual	120
				Cruceetas 2	Por frecuencia	Anual
Flanche 1			Revisar ajustes	Preventiva	Trimestral	30
			Flanche 2	Preventiva	Trimestral	30
Cadenas Transportadoras de cajas	Cadena transportadora de cajas		Revisar elongación	Preventiva	Mensual	10
			Retirar cadena y revisar estado piñón	Preventiva	Mensual	15
			Retirar cadena y revisar	Preventiva	Mensual	15

		estado de la guía de retorno	Por frecuencia				
Transporte de entrada	Transmisión	Motor	Cambio de rodamientos	Anual	120		
			Realizar medición de voltaje	Preventiva	20		
			Realizar medición de amp	Preventiva	20		
		Medir Temperatura	Preventiva	10			
		Cambio de rodamientos	Preventiva	180			
		Medir aceite	Preventiva	15			
	Cadenas Transportadoras de cajas	Reductor	Cambio de Aceite	Preventiva	Anual	60	
			Retirar cadena y revisar estado piñón	Preventiva	Mensual	20	
			Revisar elongación	Preventiva		10	
		Piñón	Tensor Cadena	Revisar teflones	Preventiva	bimensual	30
			Cadena transportadora de cajas	Revisar elongación	Preventiva	Mensual	10
			Retirar cadena y revisar estado piñón	Preventiva	Mensual	15	
Guía Retorno	Retirar cadena y revisar estado de la guía de retorno	Preventiva	Mensual	15			

					Por frecuencia	Anual	120
	Motor	Cambio de rodamientos	Realizar medición de voltaje	Preventiva	Trimestral	20	
		Realizar medición de amp	Medir Temperatura	Preventiva	Trimestral	10	
		Cambio de rodamientos	Medir aceite	Preventiva	Anual	180	
	Reductor	Cambio de Aceite	Revisar elongación	Preventiva	Mensual	15	
	Cadena Transmisión	Revisar teflones	Retirar cadena y revisar estado piñón	Preventiva	Anual	60	
	Tensor Cadena	Inspección anomalías (fugas, deformidades)	Cambio cilindro	Preventiva	bimensual	30	
	Piñones de transmisión	Cambio tramos de manguera	Inspección anomalías (fugas, deformidades)	Preventiva	Mensual	20	
	Cilindro	Inspección anomalías (fugas, deformidades)	Inspección anomalías (fugas, deformidades)	Preventiva	Trimestral	10	
				Por frecuencia	Anual	60	
	Manguera neumática1	Inspección anomalías (fugas, deformidades)	Inspección anomalías (fugas, deformidades)	Por frecuencia	Anual	15	
				Preventiva	Trimestral	5	

			deformidades)			
	Manguera neumatica2		Cambio tramos de manguera	Por frecuencia	Anual	15
			Inspección anomalías (fugas, deformidades)	Preventiva	Trimestral	5
			Inspección anomalías (fugas, deformidades)	Preventiva	Trimestral	10
	Cilindro		Cambio cilindro	Por frecuencia	Anual	60
	Manguera neumatica1		Cambio tramos de manguera	Por frecuencia	Anual	15
			Inspección anomalías (fugas, deformidades)	Preventiva	Trimestral	5
	Manguera neumatica2		Cambio tramos de manguera	Por frecuencia	Anual	15
			Inspección anomalías (fugas, deformidades)	Preventiva	Trimestral	5
			Revisar conexión	Preventiva	Trimestral	10
	Fotocelda 1		Revisar estado del sensor	Preventiva	Trimestral	5
	Sensores		Revisar estado réflex	Inspección	Trimestral	5
Mesa Descarga	Topo de Cajas					

12. PLAN DE CAPACITACIONES

Se es consciente que los planes no se ejecutan de manera automática, en el desarrollo del plan influye un aspecto de suma importancia, ese aspecto es el recurso humano, en esta compañía el recurso humano es invaluable, por tal motivo se debe realizar un plan de capacitación para crear una atmosfera de trabajo que nos permita el desarrollo de los objetivos propuestos.

El plan de capacitaciones esta dado en la tabla 32.

Tabla 32. Plan de Capacitaciones.

PLAN DE CAPACITACIONES		
TEMA	DIRIGIDO A	DURACION
Que es el Mantenimiento Tipos de Mantenimiento	Jefe de Mantenimiento	120 mit
	Esp Mantenimiento	
	Jefes de Producción	
	Tecnólogos de Embotellado	
Mantenimiento Preventivo	Jefe de Mantenimiento	90 mit
	Esp Mantenimiento	
	Jefes de Producción	
	Tecnólogos de Embotellado	
División de la Maquina	Esp Mantenimiento	60 mit
	Tecnólogos de Embotellado	
Falla y Modo de Falla	Esp Mantenimiento	60 mit
	Tecnólogos de Embotellado	

Socialización Plan Preventivo	Jefe de Mantenimiento	60 mit
	Esp Mantenimiento	
	Tecnólogos de Embotellado	

Tabla 33. Formato utilizado para registrar la asistencia a capacitaciones.

PROCESO CAPACITACIÓN Y DESARROLLO ASISTENCIA A CAPACITACIÓN - OCRH 15-006-F2 V.1							
	PROGRAMA:						
	MÓDULO:						
	TEMA:						
CONTENIDO:	Responsable :						
	Facilitador:				INTERNO		
					EXTERNO		
	Fecha:						
	Hora Inicial:						
	Hora Final:						
	Salón:						
Nombres y Apellidos		Cédula	Cargo	Empresa	Firma	Ev. Teórica	Ev. En piso
1							
2							
3							
4							

13. CONCLUSIONES

Al finalizar este trabajo, tenemos una monografía en la cual se trabaja en la formulación de un modelo piloto de un plan de mantenimiento preventivo para una maquina empacadora de botellas, al revisar y mirar todos los aspectos que en esta se tocaron podemos concluir que:

- Se entrega un modelo piloto de mantenimiento preventivo para la maquina Empacadora de botellas.
- Crear Conciencia en los Tecnólogos que el mantenimiento preventivo nos ayuda a mantener la maquina en condiciones operativas.
- Se identificaron los sistemas y subsistemas que componen la maquina empacadora de botellas con sus respectivos componentes.
- Se logró definir las funciones que ejercen cada sistema que integra la máquina empacadora.
- Se identificaron las fallas y modos de fallas de cada sistema.
- Se establece una frecuencia de mantenimiento para los componentes de la máquina.
- Se definieron conceptos básicos de mantenimiento y se socializaron.

BIBLIOGRAFÍA

COCA-COLA FEMSA. Manual Operativo. Barranquilla: La Compañía, 2016. 112 p.

_____. Presentación Institucional. [En línea]. [Consultado en: 15 de febrero de 2016]. Disponible en: <https://www.coca-colafemsa.com/>.

DÍAZ GÓMEZ, Alexander y ARDILA PÉREZ, Jorge. Plan de mantenimiento preventivo de la empresa FRUTAS POTOSI LTDA. [En línea]. Tesis Ingeniero Mecánico. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físicomecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica, 2007. 223 p. [Consultado en: 10 de enero de 2017]. Disponible en: <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2007/125287.pdf>.

GARCÍA, Santiago. Los principales objetivos del mantenimiento. 2016. [En línea]. [Consultado el: 15 de enero de 2017]. Disponible en: <http://www.reporteroindustrial.com/blogs/Los-principales-objetivos-del-mantenimiento+114923>

GONZÁLEZ, yrmeric. Evolución del mantenimiento. [En línea]. [Consultado el: 15 de enero de 2017]. Disponible en: <http://ugmamantenimiento12011.blogspot.com.co/2011/10/evolucion-del-mantenimiento.html>

PERTUZ, Alberto. Memorias de clase de Principios de Mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físicomecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica. Especialización en Gerencia de Mantenimiento. Barranquilla, 2016.

RELIABILITY SOLUTIONS. Empujando su esfuerzo de mantenimiento. [En línea]. [Consultado el: 18 de enero de 2017]. Disponible en: <http://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/empujando-su-esfuerzo-de-mantenimiento>

SALAZAR, Bryan. Mantenimiento Industrial. 2016. [En línea]. [Consultado el: 15 de enero de 2017]. Disponible en: <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/mantenimiento/>

SÁNCHEZ, Nubia. Desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo para los activos de la empresa Industrias CTS S.A.S. [En línea]. Tesis Ingeniera Mecánica. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físicomecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica, 2015. 176 p. [Consultado en: 10 de enero de 2017]. Disponible en: <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2015/156235.pdf>

TAMAYO DOMÍNGUEZ, Carlos. Memorias de clase de Gerencia Estratégica y Operacional del Mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físicomecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica. Especialización en Gerencia de Mantenimiento. Barranquilla, 2016.

TUAY DÍAZ, César y LAVERDE MIRANDA, Cristian. Diseño e implementación de un plan de mantenimiento preventivo para las áreas de oleo-neumática, mecatrónica, hidráulica y neumática del Centro Industrial de Mantenimiento de Giron. [En línea]. Tesis Ingeniero Mecánico. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físicomecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica, 2016. 138 p. [Consultado en: 10 de enero de 2017]. Disponible en: <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2016/163448.pdf>.