



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

**MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA LA PLANTA DE
PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA BEBIDAS PREPARADAS S.A.**

William Antonio Herrera Rosales

Asesorado por la Msc. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña

Guatemala, enero de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA LA PLANTA DE
PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA BEBIDAS PREPARADAS S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

WILLIAM ANTONIO HERRERA ROSALES

ASESORADO POR LA MSC. INGA. NORMA ILEANA SARMIENTO ZECEÑA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, ENERO DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Juan José Peralta Dardón
EXAMINADOR	Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
EXAMINADOR	Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA BEBIDAS PREPARADAS S.A.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 18 de septiembre de 2017.



William Antonio Herrera Rosales



Guatemala, 03 de octubre de 2018.
REF.EPS.DOC.806.10.18.

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

Estimada Inga. Classon de Pinto:

Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería, **William Antonio Herrera Rosales, Registro Académico No. 201222708** procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA BEBIDAS PREPARADAS S.A.**

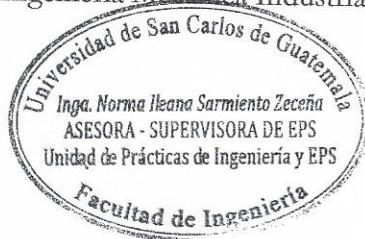
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñada a Todos"

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
Asesora-Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Mecánica Industrial



NISZds/ra



Guatemala, 03 de octubre de 2018.
REF.EPS.D.378.10.18

Ing. Juan José Peralta Dardón
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Presente

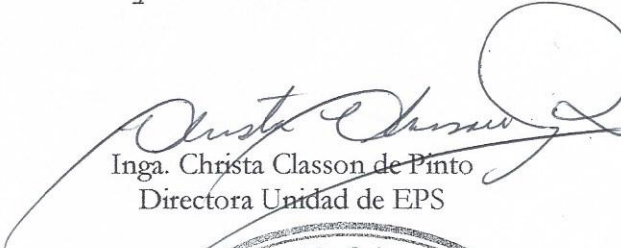
Estimado Ingeniero Peralta Dardón.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA BEBIDAS PREPARADAS S.A.**, que fue desarrollado por el estudiante universitario, **William Antonio Herrera Rosales** quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Christa Classon de Pinto
Directora Unidad de EPS

CCdP/ra





REF.REV.EMI.151.018

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA BEBIDAS PREPARADAS S.A.**, presentado por el estudiante universitario **William Antonio Herrera Rosales**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

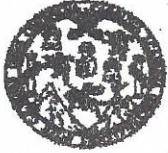
“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Juan José Peralta Dardón
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, octubre de 2018.

/mgp



REF.DIR.EMI.006.019

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA BEBIDAS PREPARADAS S.A.**, presentado por el estudiante universitario **William Antonio Herrera Rosales**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Cesar Ernesto Urquizu Rodas
DIRECTOR a.i.

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, enero de 2019.

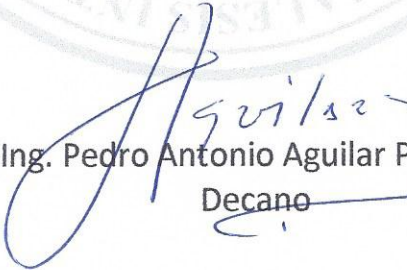
/mgp



DTG. 031.2019

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA DE BEBIDAS PREPARADAS S. A.**, presentado por el estudiante universitario: **William Antonio Herrera Rosales**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, enero de 2019

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

Dios y la Virgen María

Por su amor, por cada bendición que derraman sobre mí, por ser la fortaleza de mi vida. Por darme la inteligencia, sabiduría y paciencia de alcanzar este triunfo.

Mi padre

Rómulo Antonio Herrera Portillo, por ser el ejemplo de mi vida, por mostrarme el camino a la superación, enseñarme responsabilidad, honradez, sus sabios consejos, dedicación para alcanzar mis objetivos y nunca rendirme. Por brindarme su apoyo y cada esfuerzo para que lograra mis metas. Por su amor incondicional y cariño que me entrega y nunca me hace falta.

Mi madre

Irma Yolanda Rosales de Herrera, por darme la vida, su cariño y amor que siempre me entrega, por ser un gran ejemplo para mí, por cada esfuerzo y apoyo que me da, su paciencia y enseñarme a luchar por cada cosa que deseo en esta vida.

Mis hermanos

Erick y María Alejandra, por estar siempre unidos en las buenas y en las malas y apoyarnos como hermanos, por su paciencia y

cariño, por la felicidad de compartir cada experiencia en nuestras vidas.

Mis abuelos

Rómulo Herrera, Hilda Portillo, Pedro Rosales (q. e. p. d.), Marta García, por su cariño, amor y sus consejos, por sus oraciones que me llenan de bendiciones, por estar al pendiente de mi bienestar, por su felicidad de cada triunfo que tengo.

Familia Herrera y familia Rosales

Mis tíos, tías y primos, por su apoyo, cariño y ánimos que me entregan durante cada etapa de la vida que hemos vivido y compartido.

Mis amigos

Luis Carlos Ochoa, Alejandro Cojulun, Javier López, Karen Coti, Kimberly Ico, Diego Sosa, David Pérez, Byron Pérez y Emanuel Turner por su amistad y momentos de apoyo en diferentes etapas de mi vida.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por ser mi alma mater la cual llevo con orgullo, abirme sus puertas y brindarme la oportunidad de ser profesional.

Facultad de Ingeniería

Por cada conocimiento adquirido, cada experiencia siendo uno de los mejores años de mi vida, por formarme con excelencia, disciplina y responsabilidad.

Bebidas Envasadas S.A.

Por darme la oportunidad de poner en práctica mis conocimientos y adquirir experiencia durante el desarrollo del proyecto.

Inga. Norma Sarmiento

Por guiarme en mí trabajo de graduación y brindarme sus consejos y conocimientos.

**Amigos de Bebidas
Envasadas S.A.**

Por su apoyo en el desarrollo del proyecto y compartir sus conocimientos.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA BEBIDAS PREPARADAS S.A.....	1
1.1. Descripción de la empresa	1
1.2. Visión.....	2
1.3. Misión	2
1.4. Estructura organizacional	2
1.5. Departamento de producción	4
1.6. Departamento de mantenimiento	6
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA LA PLANTA DE PRODUCCIÓN	9
2.1. Diagnóstico de la situación actual	9
2.1.1. Análisis FODA	9
2.2. Situación actual de las líneas de producción.....	14
2.2.1. Descripción del proceso	15
2.2.2. Maquinaria y equipo	24
2.3. Planificación de mantenimiento actual	28
2.3.1. Condiciones del equipo y maquinaria	28

2.3.2.	Tipo de mantenimiento aplicado.....	32
2.3.3.	Resultados de mantenimiento	34
2.4.	Análisis de pérdidas en la operación.....	35
2.4.1.	Factores que afectan la producción	37
2.4.1.1.	Pérdidas por tiempos de preparación... ..	41
2.4.1.2.	Pérdidas por tiempo de ajuste	42
2.4.1.3.	Pérdidas en calidad	45
2.4.1.4.	Pérdidas esporádicas en el proceso	47
2.4.2.	Eficiencias	48
2.4.2.1.	Rendimiento	51
2.4.2.2.	Disponibilidad	53
2.4.2.3.	Calidad	56
2.5.	Mantenimiento productivo total propuesto	60
2.5.1.	Planificación de los recursos del TPM.....	62
2.5.1.1.	Recurso humano	63
2.5.1.2.	Equipos	66
2.5.1.3.	Insumos y materiales	71
2.5.2.	Política de mantenimiento productivo total	74
2.5.3.	Procedimientos de mantenimiento productivo total en los equipos	76
2.5.3.1.	Inspección	77
2.5.3.2.	Limpieza	83
2.5.3.3.	Lubricación	95
2.5.4.	Formatos de registro	103
2.5.5.	Indicadores.....	107
2.5.6.	Costo de implementación.....	108
3.	FASE DE INVESTIGACIÓN. PROPUESTA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	111

3.1.	Análisis del consumo de energía en la empresa	111
3.1.1.	Consumidores	111
3.1.2.	Costo del consumo	117
3.2.	Plan de ahorro energético	118
3.3.	Costo de la propuesta	124
4.	FASE DE DOCENCIA. PLAN DE CAPACITACIÓN	125
4.1.	Diagnóstico de necesidades de capacitación	125
4.2.	Plan de capacitación	129
4.3.	Resultados de la capacitación	139
4.4.	Costos del plan de capacitación	143
	CONCLUSIONES	147
	RECOMENDACIONES	149
	BIBLIOGRAFÍA	151
	APÉNDICES	153
	ANEXO	157

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama de la empresa Bebidas Preparadas S.A.....	4
2.	Análisis FODA de la empresa	13
3.	Matriz FODA de la empresa.....	14
4.	Diagrama de flujo del proceso de envasado en garrafón.....	19
5.	Diagrama de flujo del proceso de envasado en botella.....	21
6.	Diagrama de flujo del proceso de llenado en bolsa.....	23
7.	Diagrama Ishikawa defectos y fallas en los equipos	31
8.	Formato de registro de pérdidas en la operación.....	38
9.	Diagrama de Pareto de causas de pérdidas analizadas en la operación	40
10.	Máquina llenadora de envase garrafón.....	43
11.	Equipo de empaque de producto	44
12.	Tapa dañada de un envase PET.....	46
13.	Fugas en producto terminado	46
14.	Pérdida de materia prima en los equipos.....	47
15.	Rendimiento del equipo.....	53
16.	Disponibilidad del equipo	56
17.	Calidad productiva.....	59
18.	Sistema de producción eficiente	61
19.	Formato de mantenimiento programado a los equipos	67
20.	Croquis de línea 1, puntos de control y mantenimiento a los equipos.....	69

21.	Croquis de línea 2, puntos de control y mantenimiento a los equipos	70
22.	Croquis de línea 3, puntos de control y mantenimiento al equipo.....	71
23.	Control de materiales e insumos utilizados.....	73
24.	Política de mantenimiento productivo total	75
25.	Equipo de presión de la lavadora.....	88
26.	Tuberías galvanizadas.....	89
27.	Base de filtros purificadores.....	90
28.	Piso de planta de producción.....	94
29.	Áreas de mayor uso de energía durante el día	113
30.	Pasillo de las instalaciones de la empresa	114
31.	Bajo aprovechamiento de iluminación natural	115
32.	Poca cultura de ahorro energético	116
33.	Consumo de energía de la empresa.....	118
34.	Cuestionario de necesidades de capacitación	127
35.	Capacitación de TPM.....	141
36.	Presentación de TPM, primer grupo	142
37.	Capacitación de TPM, segundo grupo.....	142
38.	Evaluación de TPM.....	143

TABLAS

I.	Causas de pérdidas en la operación.....	39
II.	Eficiencia global de equipos	49
III.	Criterios de eficiencia global de equipos.....	50
IV.	Rendimiento de los equipos de producción	52
V.	Disponibilidad de los equipos de producción	55
VI.	Calidad productiva	58
VII.	Relación de entradas y salidas proceso productivo	62

VIII.	Funciones del personal operativo en el mantenimiento de equipos de la planta de producción	63
IX.	Procedimiento de Inspección a maquinaria y equipos	78
X.	Procedimiento de limpieza a los equipos de producción.....	84
XI.	Procedimiento de lubricación a los equipos de producción.....	96
XII.	Formato de inspección de equipos núm. 1.....	104
XIII.	Formato de inspección de equipos núm. 2.....	105
XIV.	Formato de limpieza de instalaciones y equipos.....	106
XV.	Resultados de eficiencia global de equipos	107
XVI.	Costos de asesoría a la introducción de TPM en la planta de producción de la empresa	108
XVII.	Costos de capacitaciones de TPM.....	109
XVIII.	Costos de materiales e insumos para la implementación de TPM.....	109
XIX.	Consumidores de energía por departamento.....	112
XX.	Historial de consumo de energía eléctrica	117
XXI.	Sensor de movimiento para iluminación.....	119
XXII.	Domo prismático iluminación natural	121
XXIII.	Encendido de equipos de producción	122
XXIV.	Costos de propuesta eficiencia energética.....	124
XXV.	Departamentos involucrados en el diagnóstico de necesidades de capacitación	126
XXVI.	Listado de temas de capacitación	128
XXVII.	Programación de capacitación anual	138
XXVIII.	Costos del plan de capacitación.....	145

GLOSARIO

Ajuste	Acomodar una pieza mecánica de acuerdo a su diseño para su funcionamiento correcto, realizado por un operador de la maquinaria o mecánico.
Avería	Daño o rotura que evita el funcionamiento del equipo o sección dañada.
Cadena	Mecanismo metálico que se acopla a un engranaje, encargada de transmitir el movimiento de la fuerza mecánica.
Calidad	Grado de satisfacción de un producto y cumplimiento de condiciones de producción y equipos.
Chumacera	Pieza mecánica que realiza un movimiento giratorio a través de un eje, descansando en una carcasa.
Cronograma	Serie de actividades en función de un tiempo planificado representado gráficamente.
Defecto	Características y condiciones que no cumplen para el funcionamiento deseado de un equipo.
DNC	Diagnostico de necesidades de capacitación.

Eficiencia	Capacidad de disponer de alguien o algo, consiguiendo un resultado o efecto determinado.
Engranaje	Pieza metálica o plástica en forma de rueda dentada encargada de transmitir potencia.
Equipo	Máquinas encargadas de realizar en conjunto la fabricación del producto.
Falla	Deterioro de un equipo o instalación que impide realizar su función.
Filtro	Equipo con diferentes materiales internos que no permiten el paso de partículas y elementos dañinos que contiene el agua y pueda causar daño para el consumidor.
Housing	Carcasa que cubre algún rodamiento o mecanismo en movimiento.
Inspección	Analizar un producto o equipo y validar si se encuentra en las especificaciones y condiciones deseadas.
Insumo	Bien o recurso que se emplea para la fabricación del producto.

Lubricación	Mantener en buen funcionamiento la maquinaria, controlando el desgaste de piezas móviles por la fricción de metales y evitar sobrecalentamientos.
OEE	Overall Equipment Effectiveness o Eficiencia Global de Equipos.
Palets	Bandeja de carga, utilizada por los montacargas para facilitar el transporte del producto y almacenarlo.
PET	Polietileno tereftalato, envase de plástico utilizado para el envasado de agua purificada.
Pitón	Válvula llenadora de agua purificada a las botellas y garrafrones.
Presión	La fuerza ejercida de un gas, líquido o sólido sobre un área.
Racks	Armazón metálica utilizada para almacenar y transportar el producto.
Sanitización	Desinfección del área en contacto directo con el producto, garantizando la inocuidad del producto.
Tanque	Estructura cilíndrica metálica utilizada para almacenar agua cruda y agua purificada.

Temperatura	Magnitud física que mide el nivel de calor de un cuerpo, objeto o ambiente.
TPM	Total productive maintenance o Mantenimiento productivo total.
UV	Lámparas de luz ultravioleta encargadas de eliminar micro organismos del agua que son dañinos para el ser humano.

RESUMEN

La empresa de bebidas es del sector industrial de alimentos, donde transforma la materia prima que es el agua cruda pasando por diferentes fases de purificación, para obtener agua purificada y se disponga para el consumidor. En el proceso de fabricación del producto interviene el envasado del agua en diferentes presentaciones que se manejan en diferentes líneas de producción semi automatizadas, que ayudan a satisfacer la demanda que tiene el producto en el mercado.

La empresa tiene diferentes departamentos de administración y operativos. Cada área cumple con una función específica que garantiza la transformación, distribución y venta del producto. En la planta de producción intervienen diferentes áreas que ayudan a garantizar la fabricación y calidad del producto. Es importante para la empresa mantener los niveles de producción planificados para el despacho del producto a los clientes.

En la producción se presentan dificultades que pueden afectar la eficiencia productiva debido a pérdidas que se presentan, estas pueden ser: paros no programados durante la producción por falta de procedimientos de atención e inspección a las áreas de trabajo, fallas y averías esporádicas en los equipos de la planta por la falta de una correcta planificación de mantenimiento, tiempos muertos por la falta de la disponibilidad de los equipos en actividades de mantenimiento correctivo.

El mantenimiento productivo total (TPM), ayuda a mejorar la gestión productiva de la planta; reducir diferentes pérdidas, defectos y accidentes en la

operación. Es importante involucrar al personal de diferentes departamentos que intervienen en la producción para aumentar la disponibilidad de los equipos en la producción y la calidad del producto.

Se realizó un análisis de la situación actual del área de producción y la gestión de mantenimiento, identificando los procedimientos y planificación de actividades. Las pérdidas que existen en la planta que son las causas de una deficiencia para la productividad. Se calculó la eficiencia global de equipos identificando oportunidades de mejora y planificar los recursos de un TPM, logrando mejorar los índices de eficiencias y reducir pérdidas y defectos en las diferentes áreas de la planta de producción. Se estableció una política de un mantenimiento productivo total que orienta al personal en alcanzar los objetivos de un mantenimiento adecuado para la disponibilidad del equipo. Se re estructuraron procedimientos que mejora las condiciones y cuidados de los equipos evitando fallas continuas durante la producción.

Se diseñó un plan de ahorro de energía para la empresa orientado en principios de producción más limpia, con un análisis de las deficiencias del consumo de ahorro de energía se identificó áreas a mejorar, adoptar tecnologías y acondicionamiento de áreas que ayudan a utilizar mejor los recursos de la empresa. Beneficia a la empresa con reducción de costos y ayudar al medio ambiente.

Se diseñó un plan de capacitación para todos los departamentos de la empresa, con un diagnóstico de necesidades de capacitación se identificó, oportunidades de habilidades y conocimientos que se requieren para el personal y aumentar la competitividad de la empresa. En la planificación se detalla las capacitaciones requeridas durante el año, el objetivo y a quien va dirigido. Durante el periodo de EPS se impartió capacitación al personal

operativo, de un mantenimiento productivo total dando a conocer las directrices, la política y la planificación de cada recurso que ayudará a mejorar el mantenimiento de los equipos y reducir pérdidas en la ejecución de cada actividad dentro de la planta de producción.

OBJETIVOS

General

Diseñar el sistema de mantenimiento productivo total (TPM), en la planta de producción para mejorar la eficiencia y reducir las pérdidas en la operación.

Específicos

1. Realizar un diagnóstico del estado actual de los tipos de mantenimiento y procedimientos en la unidad productiva.
2. Identificar pérdidas en la operación, para mejorar las actividades de mantenimiento a los equipos.
3. Diseñar una política de mantenimiento productivo total.
4. Establecer la eficiencia global del equipo de la planta de producción.
5. Diseñar procedimientos de mantenimiento para mejorar el mantenimiento preventivo y autónomo.
6. Diseñar un plan de ahorro energético aplicando principios de producción más limpia.
7. Diseñar un plan de capacitación para el personal de la empresa, basado en la detección de necesidades de capacitación.

INTRODUCCIÓN

La empresa tiene más de dos décadas de estar en la industria de bebidas purificadas, ha aumentado su competitividad incorporando sistemas de purificado y envasado de la más alta tecnología que garantiza la calidad del producto. Cumple con la demanda y órdenes de producción solicitada por gerencia con ayuda de personal altamente calificado en las diferentes áreas y los equipos semi automatizados, que han ayudado a aumentar su nivel de productividad y obtener el producto terminado a tiempo para poder asegurar el despacho a los clientes día a día.

Su principal materia prima es el agua, recorre por diferentes fases de purificado para entregar al consumidor un producto de alta calidad y no ocasione daños a la salud. La empresa debe mejorar constantemente y aumentar su competitividad lo que requiere adoptar sistemas que ayuden a ser más eficiente para alcanzar sus objetivos. Se desarrolla un TPM para la planta de producción que ayudará a eliminar perdidas asociadas con paros no programados por fallas y averías, perdidas de calidad y costos que se generan por una mala ejecución de mantenimiento a los equipos de producción.

El primer capítulo describe generalidades e historia de la empresa, su estructura organizacional y la descripción de los departamentos de producción y mantenimiento.

En el segundo capítulo se realiza un análisis de la situación actual del área de producción y sus equipos, identificando pérdidas que existen en la planta y que causan deficiencia en la producción. Se presenta el cálculo de la eficiencia

global de equipos. Se realiza una planificación de recursos necesarios para el mantenimiento productivo total. Se diseñaron procedimientos de inspección, limpieza y lubricación para la conservación y control de los equipos. Se presentan los costos de la propuesta del TPM.

En el tercer capítulo se diseña un plan de ahorro energético para la empresa orientado a principios de producción más limpia. Se realizó un análisis de las deficiencias del consumo de ahorro de energía de toda la empresa, para una propuesta de actividades y uso de tecnologías que ayudarán a reducir el consumo de la energía en la empresa y los costos.

En el cuarto capítulo se presenta un diagnóstico de necesidades de capacitación para la empresa. Se diseñó un plan de capacitación anual para los diferentes departamentos, mejorando la competitividad y crecimiento de la empresa. Se presenta la capacitación de TPM impartida al personal operativo dando a conocer las directrices y procedimientos, para la conservación de los equipos y aumentar su eficiencia global en los equipos.

1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA BEBIDAS PREPARADAS S.A.

1.1. Descripción de la empresa

Bebidas Envasadas S.A. es una empresa guatemalteca dedicada a la producción y envasado de agua purificada en sus diferentes presentaciones y otros productos saborizados, participa en diferentes puntos de distribución en el mercado guatemalteco, y la entrega del producto a la puerta de la casa del consumidor, la empresa da inicio al lanzamiento de su producto al mercado guatemalteco en la década de los noventas, satisfaciendo las necesidades del consumidor de agua purificada.

Actualmente opera con sistemas de última tecnología para el proceso de purificación, y la infraestructura y maquinaria implementada, el producto tiene altos estándares de calidad que demanda el mercado, teniendo diferentes certificaciones nacionales e internacionales.

Dentro de la planta de producción el agua es tratada y purificada pasando por cada etapa de purificación garantizando que el producto terminado tenga la máxima calidad y alcanzar las necesidades del consumidor. Se realiza el envasado del agua en distintas presentaciones en las líneas de producción estas poseen equipo humano como maquinaria que es la base operativa para cumplir las órdenes de producción.

1.2. Visión

“Ser la organización líder en la elaboración y comercialización de los más finos rones añejos y otros productos, para el mundo que disfruta de la excelencia”.¹

1.3. Misión

“Satisfacemos los gustos más exigentes alrededor del mundo con los rones añejos y otros productos, de la más alta calidad y excelencia, innovando constantemente con un equipo comprometido a una rentabilidad y crecimiento sostenido, con responsabilidad social”.²

1.4. Estructura organizacional

La empresa representa una estructura de organización funcional, coordina cada actividad entre gerentes, jefes y operarios para cumplir sus objetivos. Cada departamento se especializa en una tarea asignada para cumplir las diferentes actividades establecidas por la gerencia, es donde los niveles intermedios coordinan conjuntamente con los operarios para poder concretar las funciones de trabajo.

El gerente de producción es el responsable de varios jefes o supervisores del área productiva y departamentos que intervienen en la fabricación del producto, tienen asignada una función específica con base a las metas productivas establecidas. Cada uno posee una extensa habilidad y especialidad

¹ Archivos administrativos Bebidas Envasadas S.A.

² Ibid.

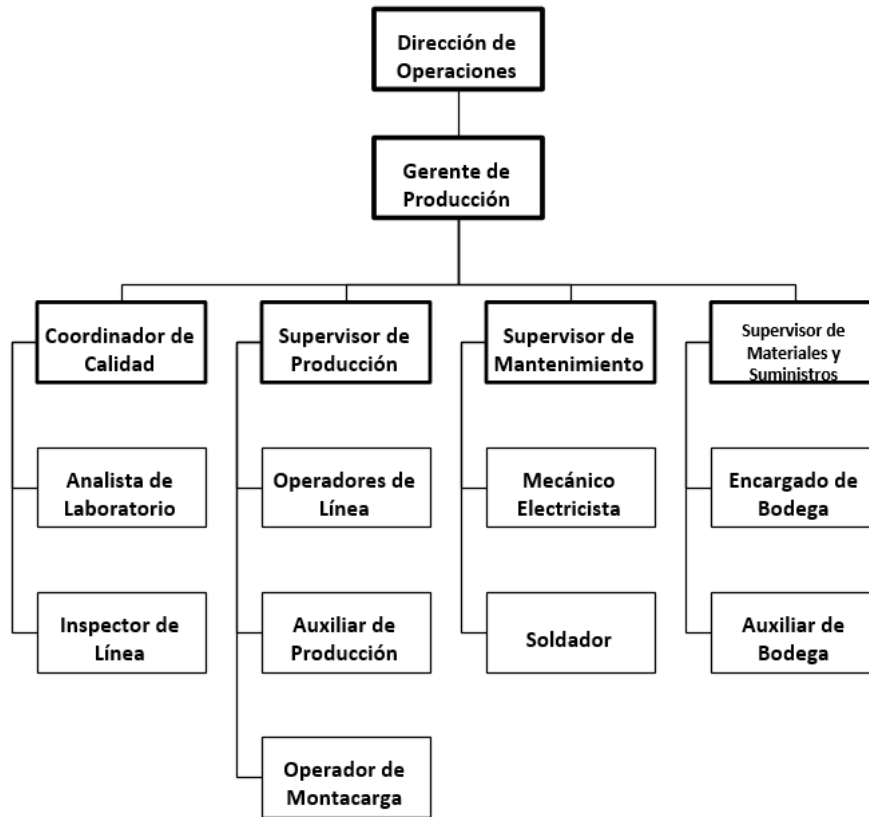
que orienta a cada personal que tiene a su cargo y utilizar los recursos de una manera eficiente.

La forma en que la empresa coordina las diferentes actividades, ayuda a dividir el trabajo y evitar mucha presión sobre solo un encargado. Existe una comunicación rápida y cuando se requiere de toma de decisiones dependiendo del grado de complejidad, los encargados de cada área delegan e intervienen en la decisión esto se logra por que se sustenta en su conocimiento y experiencia adquirida.

Los operarios poseen habilidades específicas y se especializan en temas que les permite dirigirse a una o varias funciones que deben realizar en su jornada laboral, a través de los años han ido aumentando las competencias de la empresa y se mantiene o mejora con capacitaciones al personal, para afianzar conocimientos que son necesarios para la operación de la empresa.

A continuación, en la figura 1 se presenta el organigrama de operaciones actual de la empresa.

Figura 1. Organigrama de la empresa Bebidas Preparadas S.A.



Fuente: información proporcionada por la empresa.

1.5. Departamento de producción

El departamento de producción es la esencia de la empresa, su función es la fabricación del producto con la purificación y envasado del agua. Transforma la materia prima con cada etapa de purificación, cumpliendo la más alta calidad en cada actividad del proceso, garantiza que el producto terminado salga a tiempo y en condiciones adecuadas de calidad para que se distribuya a los diferentes puntos regionales del país.

Contempla diferentes puestos de trabajo que conjuntamente alcanzan las metas establecidas de producción, las funciones de los puestos de trabajo del departamento de producción son:

- Gerente de producción: es el responsable de dirigir, organizar y mejorar continuamente la gestión productiva tanto del recurso humano a su cargo como los materiales que se utilizan en el proceso. Asegura que la producción sea eficiente.
- Supervisor de producción: controla el cumplimiento de cada actividad que se realiza en la planta de producción. dirige las diferentes órdenes de producción asignadas por el gerente de producción con el apoyo de los operadores y auxiliares de cada línea de producción, alcanzando los niveles de producción establecidos.
- Operador de línea: es el responsable de ejecutar las actividades de producción y operar la maquinaria que involucra la línea de producción a su cargo. Debe asegurar el cumplimiento de los puntos críticos de control que hay en la fabricación del producto. Debe guiar a los auxiliares de producción para que se cumplan los niveles de producción que el supervisor le indicó.
- Auxiliares de producción: su principal función es dar apoyo al operador en la línea de producción, con actividades como: alimentar de materia prima que son los envases a la línea, empaque del producto, verificar que el producto terminado, entarimar el producto. Realizan también rutinas de limpieza e inspección de los equipos previo al arranque de la producción.

1.6. Departamento de mantenimiento

El departamento de mantenimiento mantiene en condiciones adecuadas cada equipo y maquinaria que se utiliza para la fabricación del producto, y el mantenimiento de las instalaciones de la empresa. Se encarga de la disponibilidad y confiabilidad de los equipos de la planta de producción. El mantenimiento que dan a los equipos debe garantizar la mayor eficiencia de la maquinaria de las líneas de producción y otros equipos, evitando paros no programados por un fallo o avería esporádica durante el tiempo de producción.

El mantenimiento que aplicado actualmente está dividido en dos tipos; el primero es el mantenimiento preventivo que ayuda a la conservación del equipo y en condiciones óptimas para utilizarlo. El segundo es un mantenimiento correctivo aplicado cuando se presentan fallos en los equipos, este tipo de mantenimiento debe reducirse o eliminarse y dar paso a otro tipo de mantenimiento que ayude a mejorar el estado adecuado de cada maquinaria.

Las funciones de los puestos de trabajo del departamento de mantenimiento son:

- Supervisor de mantenimiento: asegura y controla el cumplimiento de cada actividad de mantenimiento que se realiza en la maquinaria y equipo de la planta de producción; también es responsable coordinar el mantenimiento de las instalaciones de la empresa como la iluminación, ventilación, techos y ventanas. Verifica que el mantenimiento preventivo se cumpla en el tiempo establecido. Realiza las compras de suministros y repuestos que se utilizan en el mantenimiento y reparación de los equipos.

- Mecánicos electricistas: son los responsables de realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria y equipos de la planta de producción. Dicho mantenimiento incluye lubricación, ajustes, cambios de elementos dañados, inspección y limpieza de los equipos para garantizar la disponibilidad y confiabilidad.
- Soldador: repara los racks que han sido dañados y fabrica estructuras metálicas que sirven para dar soporte a los equipos dentro de la planta de producción.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA LA PLANTA DE PRODUCCIÓN

2.1. Diagnóstico de la situación actual

Se realizó un análisis de la situación actual de la empresa, de las áreas involucradas a la planta de producción. Identificar oportunidades de mejora que se presentan con el diagnóstico.

2.1.1. Análisis FODA

Se utilizó la herramienta de análisis FODA para el diagnóstico de la situación actual, donde se identificó situaciones y características tanto positivas como negativas para la empresa, se analizaron factores internos y externos. Esta medida ayudó a orientar oportunidades a mejorar diferentes áreas que no se lograría visualizar sin un diagnóstico.

Se realizó a través de un estudio de campo, observando y considerando situaciones que expone el propio personal de la empresa y que han identificado que afectan, también factores que pueden aprovecharse de una mejor manera para beneficio de la empresa.

Se presenta a continuación un listado de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas encontradas en el diagnóstico.

- Fortalezas

F1. Es una marca reconocida y certificada que garantiza la calidad del producto que ofrece.

F2. Tiene un departamento encargado de controlar y asegurar la calidad del producto.

F3. Utiliza materias primas e insumos de la mejor calidad.

F4. Comunicación efectiva entre el personal de trabajo.

F5. Disposición de trabajo del personal cuando se presentan demandas altas de producción.

F6. Personal con experiencia y especializado en funciones del puesto de trabajo.

F7. Personal participativo y aporta constantemente opiniones de soluciones cuando presentan dificultades u oportunidades de mejora en la gestión de la empresa.

- Oportunidades

O1. Alta demanda del consumidor en adquirir un producto de agua purificada envasada en época de verano.

O2. Participación en el mercado internacional con el producto y marca de la empresa.

O3. Distribución del producto en regiones del mercado nacional donde no existe participación de la marca.

O4. Implementar recursos tecnológicos eficientes que simplifiquen los procesos productivos y administrativos.

O5. Utilizar canales de publicidad más populares y vistos por los clientes para promocionar el producto y marca.

O6. Aumentar las ventas compitiendo con otras empresas al mejorar la publicidad y presentación del producto.

- Debilidades

D1. Se cuentan con un stock mínimo de materia prima y repuestos para el abastecimiento de la producción.

D2. Defectos y pérdidas en la operación y fabricación del producto.

D3. Bajo presupuesto de inversión para implementar tecnológicas más eficientes para la productividad.

D4. El costo del traslado del producto a diferentes regiones del país es elevado, por tener pocas sucursales de distribución y almacenamiento.

D5. Poca cultura de ahorro de energía de parte del personal y falta de tecnologías que ayuden a la eficiencia energética de las instalaciones.

D6. Demora en la solución de averías a los equipos productivos por falta de planificación de mantenimiento.

- Amenazas

A1. Existen varios competidores en la industria de las bebidas que manejan similar calidad y precio.

A2. Tendencia del cliente en consumir bebidas carbonatas o saborizadas.

A3. Los consumidores buscan mejores precios.

A4. Incremento de regulaciones relacionadas con la industria de las bebidas.

A5. Las envasadoras de agua no certificadas imitan el producto y utilizan la marca de la empresa para su venta.

A6. Disminución de ventas debido a la alta competencia en el mercado.

A7. El producto no se percibe atractivo al consumidor por el diseño de la presentación.

A continuación, en la figura 2 se presenta la matriz del análisis FODA de la empresa.

Figura 2. Análisis FODA de la empresa

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> - Es una marca reconocida y certificada que garantiza la calidad del producto que ofrece. - Tiene un departamento encargado de controlar y asegurar la calidad del producto. - Utiliza materias primas e insumos de la mejor calidad. - Comunicación efectiva entre el personal de trabajo. - Disposición de trabajo del personal cuando se presentan demandas altas de producción. - Personal con experiencia y especializado en funciones del puesto de trabajo. - Personal participativo y aporta constantemente opiniones de soluciones cuando presentan dificultades u oportunidades de mejora en la gestión de la empresa. 	<ul style="list-style-type: none"> - Alta demanda del consumidor en adquirir un producto de agua purificada envasada en época de verano. - Participación en el mercado internacional con el producto y marca de la empresa. - Distribución del producto en regiones del mercado nacional donde no existe participación de la marca. - Implementar recursos tecnológicos eficientes que simplifiquen los procesos productivos y administrativos. - Utilizar canales de publicidad más populares y vistos por los clientes para promocionar el producto y marca. - Aumentar las ventas compitiendo con otras empresas al mejorar la publicidad y presentación del producto.
DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> - Se cuentan con un stock mínimo de materia prima y repuestos para el abastecimiento de la producción. - Defectos y pérdidas en la operación y fabricación del producto. - Bajo presupuesto de inversión para implementar tecnológicas más eficientes para la productividad. - El costo del traslado del producto a diferentes regiones del país es elevado debido a tener pocas sucursales de distribución y almacenamiento. - Poca cultura de ahorro de energía de parte del personal y falta de tecnologías que ayuden a la eficiencia energética de las instalaciones. - Demora en la solución de averías a los equipos productivos por falta de planificación de mantenimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> - Existen varios competidores en la industria de las bebidas que manejan similar calidad y precio. - Tendencia del cliente en consumir bebidas carbonatas o saborizadas. - Los consumidores buscan mejores precios. - Incremento de regulaciones relacionadas con la industria de las bebidas. - Las envasadoras de agua no certificadas imitan el producto y utilizan la marca de la empresa para su venta. - Disminución de ventas debido a la alta competencia en el mercado. - El producto no se percibe atractivo al consumidor por el diseño de la presentación del producto.

Fuente: elaboración propia.

A continuación, en la figura 3 se detallan las estrategias generadas con los factores del análisis FODA de la empresa.

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

<p style="text-align: center;">Factores Internos</p> <p style="text-align: center;">Factores Externos</p>	<p style="text-align: center;">Fortalezas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Es una marca reconocida y certificada que garantiza la calidad del producto que ofrece. - Tiene un departamento encargado de controlar y asegurar la calidad del producto. - Utiliza materias primas e insumos de la mejor calidad. - Comunicación efectiva entre el personal de trabajo. - Disposición de trabajo del personal cuando se presentan demandas altas de producción. - Personal con experiencia y especializado en funciones del puesto de trabajo. - Personal participativo y aporta constantemente opiniones de soluciones cuando presentan dificultades u oportunidades de mejora en la gestión de la empresa. 	<p style="text-align: center;">Debilidades</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se cuentan con un stock mínimo de materia prima y repuestos para el abastecimiento de la producción. - Defectos y pérdidas en la operación y fabricación del producto. - Bajo presupuesto de inversión para implementar tecnológicas más eficientes para la productividad. - El costo del traslado del producto a diferentes regiones del país es elevado debido a tener pocas sucursales de distribución y almacenamiento. - Poca cultura de ahorro de energía de parte del personal y falta de tecnologías que ayuden a la eficiencia energética de las instalaciones. - Demora en la solución de averías a los equipos productivos por falta de planificación de mantenimiento.
<p style="text-align: center;">Oportunidades</p> <ul style="list-style-type: none"> - Alta demanda del consumidor en adquirir un producto de agua purificada envasada en época de verano. - Participación en el mercado internacional con el producto y marca de la empresa. - Distribución del producto en regiones del mercado nacional donde no existe participación de la marca. - Implementar recursos tecnológicos eficientes que simplifiquen los procesos productivos y administrativos. - Utilizar canales de publicidad más populares y vistos por los clientes para promocionar el producto y marca. - Aumentar las ventas compitiendo con otras empresas al mejorar la publicidad y presentación del producto. 	<p style="text-align: center;">FO (Maxi-Maxi)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Implementación de tecnologías en la empresa que ayuden a optimizar y simplificar procesos. Participación y compromiso del personal. • Aumentar niveles de ventas y de producción con la publicidad, presentación y marca del producto. 	<p style="text-align: center;">DO (Mini-Maxi)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aumentar la publicidad a través de redes sociales, mejorando así la participación en el mercado. • Capacitaciones constantes al personal para mejorar productividad, ventas, logística y entorno de trabajo.
<p style="text-align: center;">Amenazas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Existen varios competidores en la industria de las bebidas que manejan similar calidad y precio. - Tendencia del cliente en consumir bebidas carbonatas o saborizadas. - Los consumidores buscan mejores precios. - Incremento de regulaciones relacionadas con la industria de las bebidas. - Las envasadoras de agua no certificadas imitan el producto y utilizan la marca de la empresa para su venta. - Disminución de ventas debido a la alta competencia en el mercado. - El producto no se percibe atractivo al consumidor por el diseño de la presentación del producto. 	<p style="text-align: center;">FA (Maxi-Mini)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diversificar y segmentar el producto con su misma calidad manteniendo o disminuyendo los precios. • Aporte de experiencia y conocimiento del personal para ser una empresa competitiva y aumentar la participación en el mercado. 	<p style="text-align: center;">DA (Mini-Mini)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Planificar y atender bajo una programación las necesidades de la operación productiva reduciendo pérdidas y garantizar un producto de calidad. • Promocionar el producto así elevando la participación.

Fuente: elaboración propia.

2.2. Situación actual de las líneas de producción

Las líneas de producción de la planta de la empresa, operan bajo la supervisión del operador de línea y auxiliares de producción. Son responsables de realiza funciones específicas en un lugar asignado de trabajo durante el

proceso de producción, para obtener el resultado final con el producto terminado.

Las líneas de producción actuales en la planta de producción son:

- Línea 1: llenado de agua purificada en envase retornable en presentación de 5 galones.
- Línea 2: envasado de agua purificada en presentación PET 600 mililitros.
- Línea 3: embolsado de agua purificada en presentación bolsa 300 mililitros y 435 mililitros.

2.2.1. Descripción del proceso

El proceso de purificación que se realiza al agua es el siguiente:

- Extracción del agua: el agua cruda que se utiliza para el proceso de purificación, proviene de un efluente subterráneo, está libre de contaminación ambiental provocada por la industria, que al ser sometida a un proceso riguroso de purificación se convierte en la mejor metropolitana, cumpliendo los estándares nacionales e internacionales de calidad.
- Cloración: el agua de pozo es almacenada dentro de una cisterna, en donde se añade automáticamente hipoclorito de sodio en dosis controladas, como tratamiento básico para la eliminación de bacterias.

- Almacenamiento: tanque de sedimentación natural, le permite al agua potable un tiempo adicional de reposo, que permite la sedimentación de sólidos suspendidos como tratamiento preparatorio para la pre filtración.
- Prefiltración: proceso que elimina partículas visibles y asegura que el agua de alimentación a la planta no tiene problemas de sedimentos. Este proceso impide el paso de partículas superiores a 120 micras. El agua es enviada hacia un sistema de 4 filtros, con capacidad de remover partículas mayores a este micraje. En este sistema se controla el diferencial de presión de los filtros y se efectúan los lavados correspondientes.
- Filtración: un sistema de filtros en línea reduce el tamaño de la partícula de 120 micras a 20 micras por medio de filtros de arena antracita, construidos en fibra de vidrio, evitando el desprendimiento de partículas de los mismos como los filtros comunes. Posteriormente el agua es trasegada a un sistema de 7 filtros de cartucho de polipropileno contenidos en un *housing* de acero inoxidable, en ellos el agua se distribuye logrando retener y eliminando del proceso, los sólidos de tamaño mayor a 5 micras.
- Osmosis inversa: posterior a la filtración es impulsada por medio de una bomba centrífuga multi etapas de alta presión; dicha presión supera la presión inversa ejercida por las membranas de acetato de celulosa de 0.0005 micrómetros de tamaño de poro. El agua pasa a través de las membranas dejando fuera de ella a los contaminantes como partículas, iones, sales, virus, bacterias, protozoos, hongos, mohos y levaduras. Permitiendo únicamente el paso de moléculas de agua.

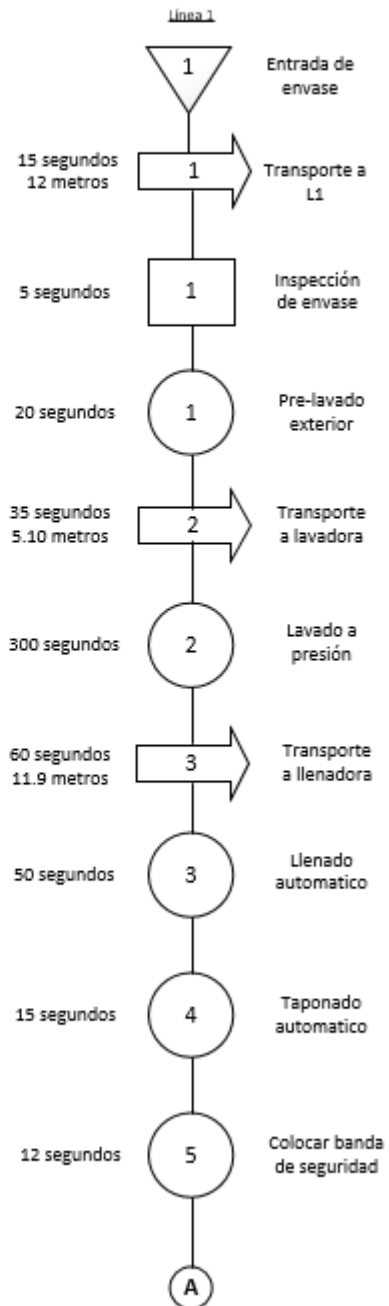
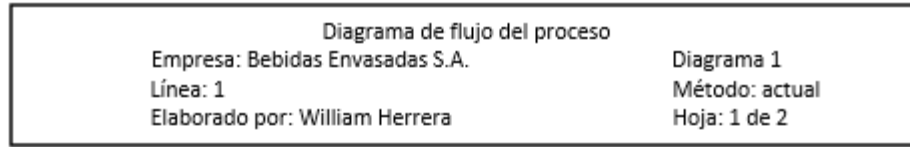
- Filtración de carbón: el agua es trasegada en tubería de acero inoxidable hacia filtros de carbón granular activado, se utiliza principalmente para absorber y eliminar la concentración de cloro residual. Adsorción de sustancias no polares como aceite mineral, poli-hidrocarburos aromáticos (cloruro) fenol; adsorción de sustancias halógenas: I, Br, Cl, H, F y otras características indeseables en el agua purificada como: olor, sabor, color, levaduras y varios productos de fermentación como sustancias no polares (no solubles al agua). Luego de la filtración con carbón activado el agua pasa por un filtro de 1 micra que garantiza que ningún resto de carbón afecte el agua purificada.
- Luz ultravioleta: consiste en trasegar a través de lámparas de luz ultravioleta a manera que la longitud de onda generada por emisores monocromáticos proporciona la máxima efectividad germicida, inactivando los cinco principales grupos de microorganismos: virus, bacterias, hongos, algas y protozoos; Es decir; cuando estos organismos se exponen a la radiación UV, esta penetra la pared celular llegando hasta el núcleo donde se encuentra la información genética, destruyendo la cadena de ADN y por lo tanto impide su reproducción.
- Ozonación: consiste en colocar en contacto directo con el agua purificada en una torre de acero inoxidable con gas ozono, este es un agente desinfectante 3 000 veces más rápido y poderoso que el cloro. Es el último paso antes del embotellamiento. El ozono es un gas inestable e incoloro, es un oxidante poderoso un potente germicida, tiene poderes preservantes del agua e impide el crecimiento de microorganismos residuales que han sido atacados por luz ultravioleta.

El proceso de producción de envasado del agua purificada inicia cuando el operador recibe una orden de producción del supervisor, solicita a bodega de materiales una requisición de material e insumos a utilizar. Previo a dar inicio a la producción realizan limpieza general de la maquinaria, área de trabajo y sanitizado de las partes de los equipos que están en contacto directo con el producto. Luego se colocan los envases en banda transportadora para ingresar al área de lavado, al salir de la lavadora se transportan para realizar el llenado, ingresan a la taponadora. Luego se coloca la fecha de producción y fecha de vencimiento del producto para finalizar colocando el producto terminado en los racks o *palets*, para ser trasladados a bodega de producto terminado.

El proceso de embolsado de agua purificada se inicia recibiendo la orden de producción por parte de gerencia con la cantidad a producir. El supervisor realiza una requisición de materia prima a bodega. Luego se realizan limpieza general de la maquinaria, área de trabajo y sanitizado a las zonas de los equipos que están en contacto directo con el producto. Debe colocarse la bobina para la distribución de la bolsa en la línea, la maquina llena automáticamente con el volumen requerido por cada presentación. Finalmente se empaca en unidades de 25 colocando cada pack en un rack y se trasladan a bodega de producto terminado.

A continuación, en las figuras 4, 5 y 6 se detallan a través de un diagrama de flujo los pasos del envasado de agua purificada en las diferentes líneas de la planta de producción, hasta llegar a la bodega de producto terminado.

Figura 4. Diagrama de flujo del proceso de envasado en garrafón

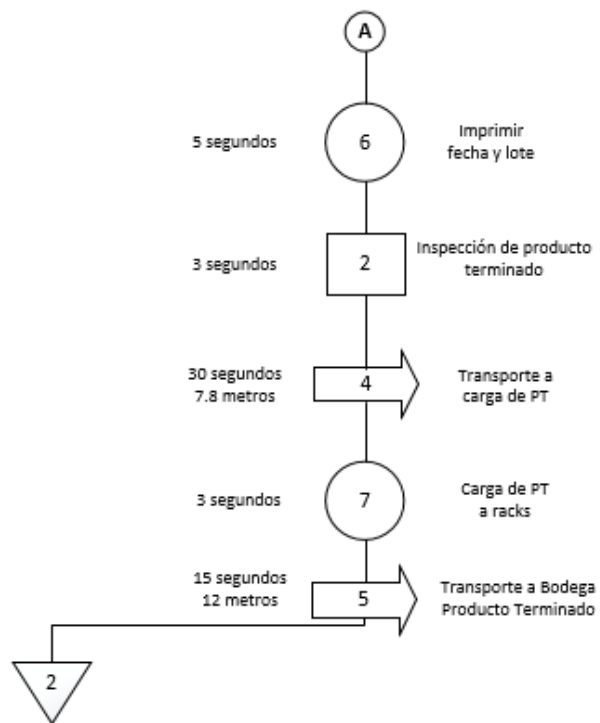


Continuación de la figura 4.

Diagrama de flujo del proceso	
Empresa: Bebidas Envasadas S.A.	Diagrama 1
Línea: 1	Método: actual
Elaborado por: William Herrera	Hoja: 2 de 2

BPT

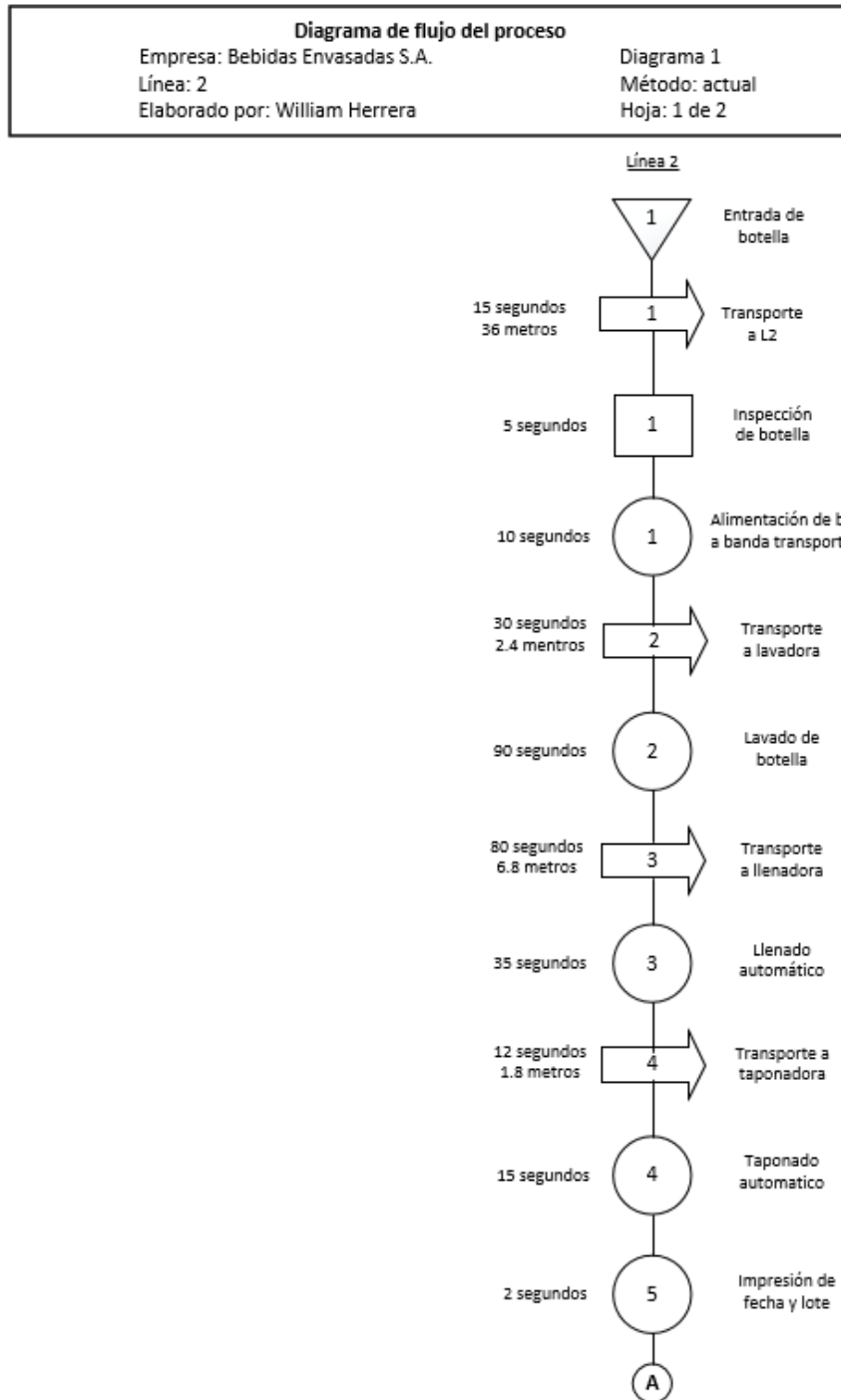
Línea 1



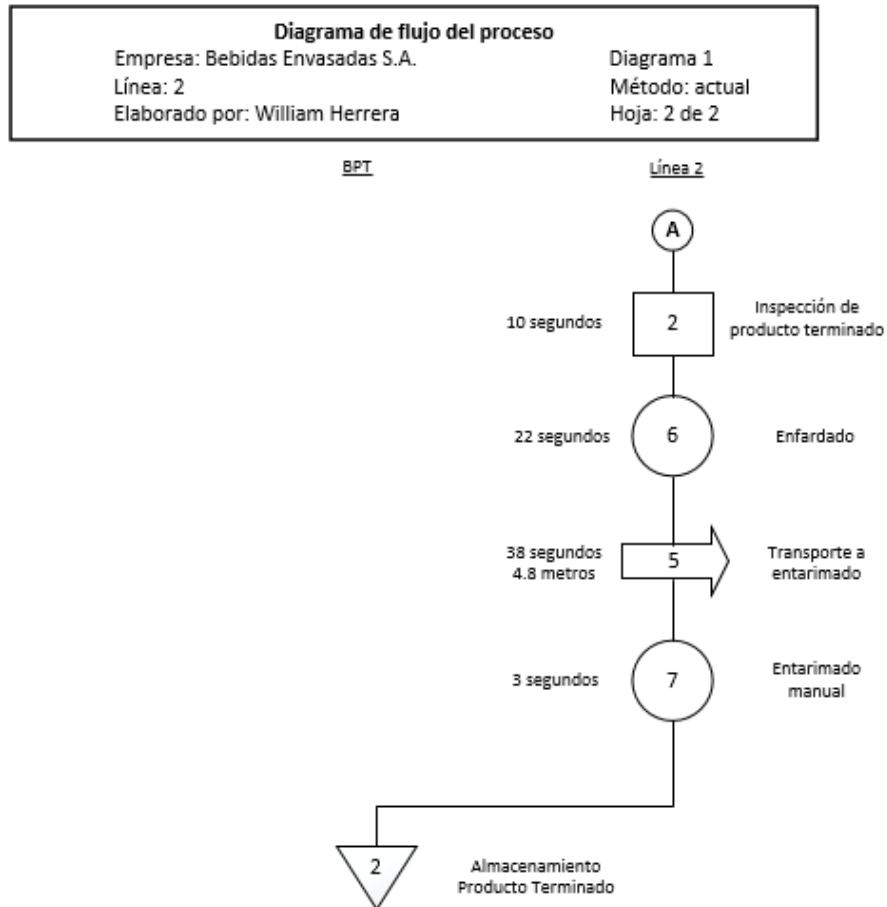
Resumen				
Símbolo	Actividad	Cantidad	Distancia	Tiempo
○	Operación	7		405 segundos
□	Inspección	2		8 segundos
➔	Transporte	5	48.8 metros	155 segundos
▽	Almacenaje	2		
Total		16	48.8 metros	568 segundos

Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2010.

Figura 5. Diagrama de flujo del proceso de envasado en botella



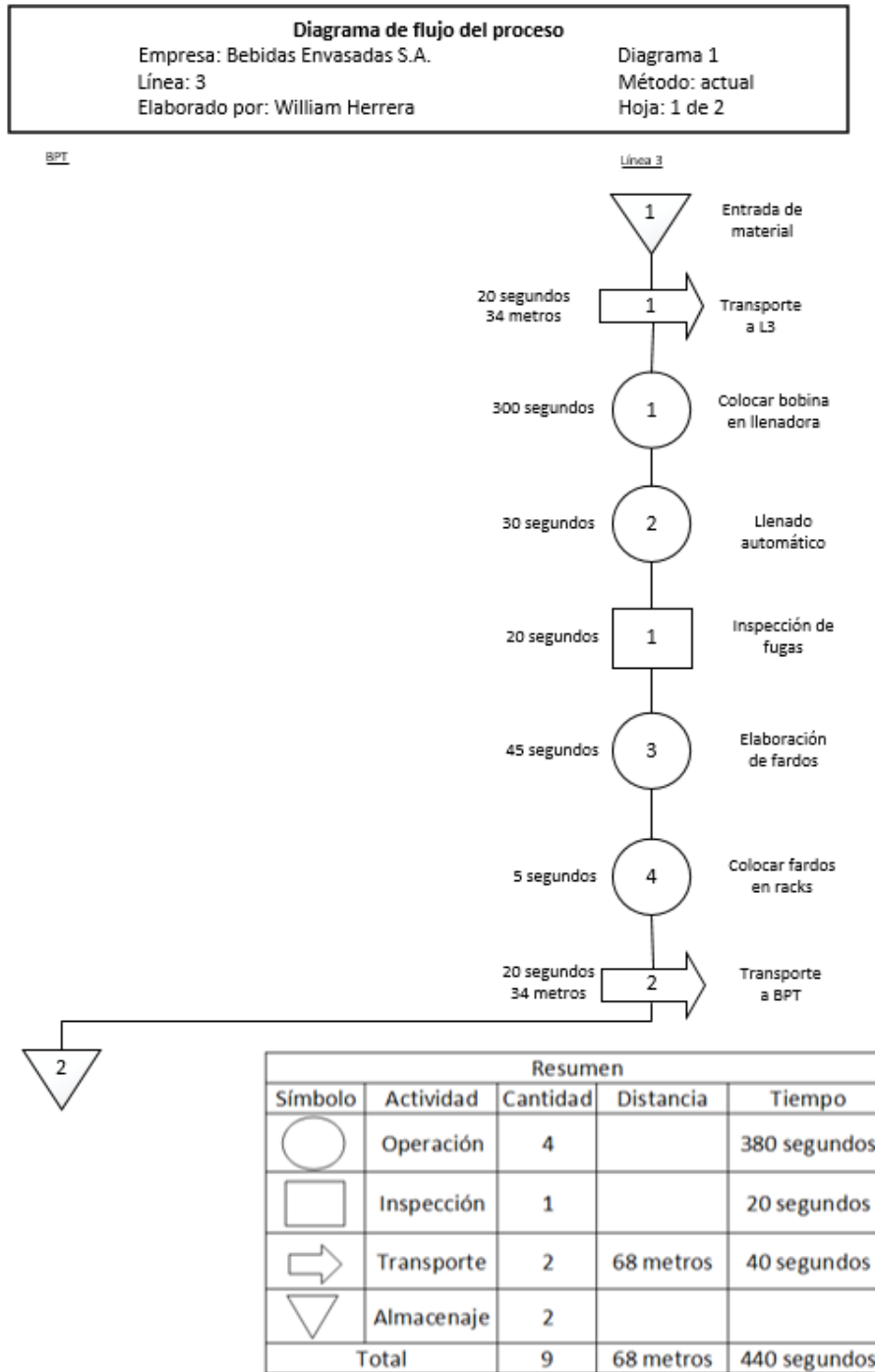
Continuación de la figura 5.



Resumen				
Símbolo	Actividad	Cantidad	Distancia	Tiempo
○	Operación	7		177 segundos
□	Inspección	2		15 segundos
➔	Transporte	5	51.8 metros	175 segundos
▽	Almacenaje	2		
Total		16	51.8 metros	367 segundos

Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2010.

Figura 6. Diagrama de flujo del proceso de llenado en bolsa



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2010.

2.2.2. Maquinaria y equipo

La planta de producción tiene equipos y maquinaria automatizada de la más alta tecnología para los procesos de purificación y envasado del agua.

La maquinaria y equipo actual se describe a continuación:

- Lavadora: realiza un trabajo de sistema continuo para el lavado del envase previo a ser llenado. Regula su velocidad de lavado dependiendo de la cantidad de flujo de entrada de envase. El envase ingresa por medio de una banda transportadora para el lavado interno y externo, pasando en diferentes fases que son: enjuague del envase con agua fría, enjuague con agua caliente, lavado con una concentración de detergente y finaliza con un segundo enjuague. Cuando termina el proceso de lavado se transportan a la llenadora.

Las especificaciones de las lavadoras son las siguientes:

- Lavadora de botellas PET
 - Capacidad: 2 400 – 5 000 botellas/hora
 - Potencia de motores: 1,1 KW
 - Peso: 540 Kg
 - Dimensión: 3,4 x 0.6 x 1,5 m
- Lavadora de envase garrafón
 - Capacidad: 1 300 – 1 600 envases/hora
 - Presión de aire: 0,4 – 0,6 mpa

- Corriente: 220 V, 60 Hz
 - Peso: 1 800 Kg.
 - Dimensión: 5,8 x 1,2 x 2,85 m
 - Material: acero inoxidable
- Lavadora de exterior de envase garrafón
 - Capacidad: 1 200 – 1 400 envases/hora
 - Peso: 85 Kg
 - Dimensión: 0,7 x 0,8 x 1,65 m
 - Corriente: 200 V monofásico
 - Llenadora: se conecta con tuberías que trasladan el agua purificada desde los tanques permeados, logrando distribuir el agua a los pitones que son los encargados de llenar a los envases. Dependiendo del tamaño de la presentación que se está envasando en la línea el operario de máquina regula el volumen de llenado, en el sistema de mando de control digital de la línea.

Las especificaciones de la llenadora son las siguientes:

- Llenadora de botellas PET
 - Capacidad: 2 000 – 4 000 botellas/hora
 - Potencia: 4,8 - 50 KW
 - Peso: 715 Kg
 - Dimensión: 2,2 x 1,8 x 2,6 m

- Llenadora de envase garrafón
 - Capacidad: 1 300 – 1 600 envases/hora
 - Capacidad de llenado: 18,9 L (5 Gal)
 - Peso: 380 Kg
 - Presión: 0,5 a 0,6 mpa
 - Corriente: 220 v monofásica

- Llenadora de bolsa agua purificada
 - Capacidad: 2 900 – 3 500 bolsas/hora
 - Corriente: 220 V
 - Rango de llenado: 300 – 435 ml
 - Peso: 400 kg
 - Dimensión: 1,3 x 0,7 x 2,3 m

- Taponadora: el equipo tiene una banda transportadora ascendente para alimentar un dispensador rotativo que distribuye a una carrilera con dimensiones exactas, para trasladar la tapa hacia los cilindros que enroscan la boquilla del envase.

Las especificaciones de la taponadora son las siguientes:

- Taponadora de botellas PET
 - Capacidad: 2 500 – 4 500 botellas/hora
 - Energía: 0,8 KW
 - Peso: 250 Kg
 - Dimensión: 1,6 x 0,8 x 2,1 m

- Taponadora de envase garrafón
 - Capacidad: 1 200 – 1 800 envases/hora
 - Energía: 0,75 KW
 - Peso: 340 Kg
 - Dimensión: 2,4 x 1,7 x 2,55 m

- Fechadora: es un equipo automático con sensores electrónicos, identifica cada envase llenado y taponado en la banda transportadora, para colocarle el número de lote de producción y fecha de vencimiento del producto.

Las especificaciones de la fechadora son las siguientes:

- Uso: automático
 - Corriente: 220 V
 - Líneas de impresión: 1 – 3 líneas
 - Distancia de impresión: 30 mm
 - Dimensión: 0,65 x 0,3 x 0,9 m
 - Peso: 25 kg
-
- Horno: el equipo tiene una sección de alta temperatura, con resistencias que son las encargadas de mantener la temperatura. Cuando pasan los envases a través del horno en una banda transportadora resistente al calor, compactan el sello de seguridad o termo incogible de los packs que se forman para la distribución en el mercado.

Las especificaciones del horno son las siguientes:

- Capacidad: 7 – 12 packs/min
- Corriente: 220 V
- Dimensiones: 2,7 x 0,8 x 2,4 m
- Temperatura: 100 – 220 °C
- Peso: 300 kg

2.3. Planificación de mantenimiento actual

En el análisis de la gestión y planificación del mantenimiento actual, se realizó un estudio de campo analizando las condiciones de los equipos, el tipo de mantenimiento que aplican y los resultados del mantenimiento.

2.3.1. Condiciones del equipo y maquinaria

El departamento de mantenimiento realiza a diario actividades de limpieza, ajustes y correcciones a diferentes partes de la maquinaria utilizada para la producción, con el fin que se encuentre en óptimas condiciones para cumplir una producción eficiente. Se le da prioridad a las acciones correctivas que se presentan esporádicamente en la operación y se deja como segundo lugar actividades de mantenimiento preventivo. El personal de mantenimiento es altamente calificado para atender los cuidados que requieren los equipos, pero carece de una planificación adecuada de cuando se debe realizar cierto mantenimiento a cada máquina dentro de la planta. La falta de coordinación y comunicación dificulta

Como parte del análisis del mantenimiento actual, se utilizó la herramienta del diagrama de Ishikawa, para obtener información de las causas y efectos de las pérdidas en la producción.

A continuación, se enlistan hallazgos encontrados en el análisis.

- Mano de obra
 - Falta de capacitación técnica al personal operativo en atención a los equipos.
 - No existe coordinación en la asignación de actividades de mantenimiento a los equipos y al personal de producción.
 - Lubricación inadecuada a los equipos productivos.
 - Las inspecciones no se realizan a todos las áreas y equipos de la planta de producción.

- Maquinaria
 - Las actividades de mantenimiento preventivo no se realizan en el tiempo planificado.
 - Se utiliza herramienta inadecuada para el desmontaje, ajustes y preparación de equipos.
 - Se presentan averías esporádicas frecuentemente.

- Materiales
 - Bajo nivel de stock de repuestos específicos de maquinaria automatizada.
 - Materias primas de los proveedores presentan defectos de calidad.

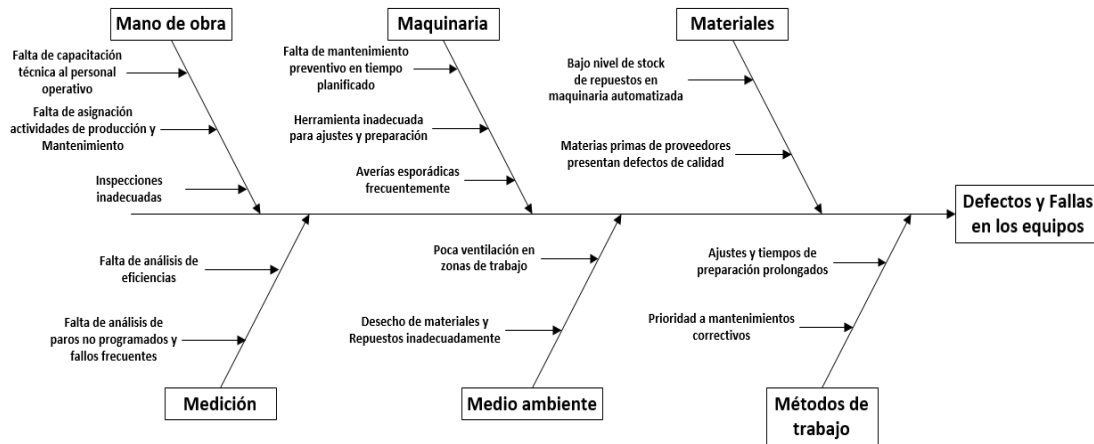
- Métodos de trabajo
 - Ajustes y tiempos de reparación prolongados
 - Poca anticipación en la atención de mantenimiento a los equipos
 - Existe una cultura en dar prioridad a un mantenimiento correctivo

- Medio ambiente
 - Poca ventilación en zonas de trabajo
 - Malas prácticas en el desecho de materiales de producción y repuestos de la ejecución de un mantenimiento.

- Medición
 - Falta de análisis de eficiencias e indicadores de productividad y disponibilidad de equipos.
 - Falta de análisis de paros no programados y fallos frecuentes en los equipos de producción.

En la figura 7 se muestra las causas y efectos del problema de fallas y defectos en los equipos de la planta de producción.

Figura 7. Diagrama Ishikawa defectos y fallas en los equipos



Fuente: elaboración propia.

Los equipos utilizados son estacionarios y se ubican en un lugar asignado de operación permanente donde operan en condiciones adecuadas para su funcionamiento. Dentro de cuartos esterilizados se realiza el proceso de llenado donde están los equipos que tienen contacto directo con el producto. Los equipos se mantienen sanitizados para garantizar la calidad del producto.

Cuando se realizan ajustes en la maquinaria o cambios de presentación de producto, requiere de cambios de instrumentos específicos que se acoplan a los materiales utilizados de la presentación de producto, como: carrileras de tapas, bases de diferentes tamaños según la presentación, pitones, varillas para bobinas, se deben mantener en condiciones de buen funcionamiento e inocuas para el momento de realizar su proceso de producción.

2.3.2. Tipo de mantenimiento aplicado

Los equipos y maquinaria se controlan periódicamente para mantener la disponibilidad y confiabilidad en el tiempo de producción, las principales actividades son el mantenimiento correctivo a fallas esporádicas durante la operación de producción. Se realizan algunas actividades de mantenimiento preventivo cuando se encuentran espacios sin funcionamiento de la maquinaria, y tiempos que no se programe producción.

Análisis del mantenimiento correctivo a los equipos de la planta de producción:

- Los mecánicos de turno corrigen una falla presentada a un equipo en un momento no determinado.
- Se dejan en espera otras actividades de mantenimiento, para atender una falla esporádica de los equipos.
- Obliga al personal de mantenimiento a actuar con rapidez para solucionar averías, evitando prolongar el tiempo sin funcionamiento del equipo en la producción.
- Costos por reparación y repuestos no presupuestados cuando se requiere de cambio de piezas.

Análisis del mantenimiento preventivo a los equipos de la planta de producción:

- Realizan inspecciones visuales del estado de los equipos
- Se ejecutan actividades de mantenimiento preventivo antes de comenzar a operar los equipos para la producción.
- Se tiene una planificación de limpieza a cada equipo, pero no se ejecuta en la fecha asignada.
- No cuentan con formatos que registren un mantenimiento preventivo a un equipo o maquinaria.
- Cuentan con un *stock* suficiente de materiales de limpieza, lubricación, tornillería, válvulas, selladores etc. que ayudan a la ejecución del mantenimiento en cualquier momento.

A continuación, se presentan las actividades generales de mantenimiento que aplican para los equipos de la planta de producción. La información se obtuvo en una investigación de campo entrevistando al personal de mantenimiento, para identificar las principales actividades que realizan.

- Limpieza general en área de trabajo
- Limpieza a maquinaria y equipos
- Espumado y lavado a maquinarias de líneas de producción
- Lavado CIP pre y post-producción a tuberías y llenadoras
- Medición de corriente e intensidad a lámparas UV
- Medición de amperaje y voltaje a bombas

- Verificar presiones, temperatura, sistemas eléctricos
- Inspección de fugas, mangueras, tuberías, resortes, cableado
- Lubricación a cadenas, chumaceras, engranajes
- Retro lavado o cambio de filtros
- Cambios de instrumentación de presentación de producto

2.3.3. Resultados de mantenimiento

El mantenimiento que se realiza ayuda a mantener el equipo de producción disponible para cumplir los pedidos o el nivel de producción solicitado por parte de gerencia. La situación actual refleja que cumple con la producción que se requiere, sin embargo existen pérdidas y defectos durante la operación que generan paros no programados debido a fallas o averías en los equipos y maquinarias. Se limitan a actividades de mantenimiento indispensables para la mejora en la gestión de un mantenimiento productivo, estas son:

- La organización que tiene el departamento de mantenimiento en atender las necesidades de los equipos está orientada a la relación de dos tipos de mantenimiento que son correctivo y preventivo.
- El personal de mantenimiento tiene alta carga laboral de tareas de mantenimiento a los equipos.
- El personal está calificado y con experiencia necesaria para atender las fallas y conservación del equipo.
- No hay stock de repuestos que son muy costosos y con características especiales que no se encuentran en una venta de repuestos común, y

debe mandar a fabricarse o comprar desde el origen del proveedor del equipo.

- Las inspecciones no son periódicas y son realizadas únicamente por parte de los mecánicos de turno.
- Emplean materiales de calidad para los equipos.
- Tienen asesoramiento de los proveedores de los equipos y la calibración de los mismos, para que trabajen en las condiciones requeridas.
- No existe el involucramiento de personal de producción en actividades de conservación y mantenimiento de los equipos que operan. No hay mantenimiento autónomo.
- Se realiza limpieza y sanitizado del área de trabajo y maquinaria, pero existen oportunidades de mejora en técnicas y tiempos estandarizados de ejecución de limpieza.
- La inspección y aplicación de lubricación a los mecanismos de los equipos, se realiza únicamente por parte de los mecánicos de turno.
- La validación de la ejecución de actividades de mantenimiento lo realiza el supervisor de mantenimiento.

2.4. Análisis de pérdidas en la operación

La operación o manejo deficiente de la maquinaria en la planta de producción, se debe a la falta de atención a los defectos que se presentan a

diario. Se originan pérdidas de diferentes tipos y cuando se presentan, no se tiene la totalidad capacidad y disponibilidad del equipo o la línea de producción. El análisis de las causas ayudará a tomar acciones que eviten pérdidas en la capacidad productiva de la empresa. (Anexo 1).

Las principales causas de pérdidas en la operación son:

- Ajustes de equipos y maquinaria: se generan por falta de seguimiento del estado de los mecanismos del equipo en tiempo programado de mantenimiento, algunas de estas son: ajustes de plantillas, tuercas, tornillos, cambios de sellos, alineación de guías de bandas transportadoras, punzones de fechadoras.
- Realizar ajustes cuando se tiene en funcionamiento la maquinaria es una pérdida porque involucra parar la producción y volver a calibrar cada sistema para que trabaje en óptimas condiciones.
- Velocidad de operación reducida: cuando se presentan averías dentro de los sistemas de operación de las líneas productivas, reduce los tiempos de cumplimiento de producción, porque la maquinaria no puede operarse a su máxima capacidad o ritmo de operación requerida.
- Fallas en equipos y maquinarias: producen paros no programados por falta de atención al mantenimiento preventivo, mientras más tiempo sea el paro mayor será la pérdida para la empresa. Las fallas se producen por desgaste del equipo al transcurso del tiempo, falta de inspección y no mantener un diagnóstico del estado actual de cada mecanismo que se desgasta. Ocurrirán fallas esporádicas en tiempos de producción.

- Esperas y marchas en vacío: se generan pequeñas averías y paradas por la falta de atención al inicio de operaciones. No se utiliza instrumentación adecuada, puede presentarse obstrucción de materiales, sobre tiempos en actividades de limpieza y sanitización al equipo. El incumplimiento de horarios de entrada por parte del personal operativo genera demora en el arranque de los equipos.
- Defecto de calidad: pérdidas de producto o materia prima por defectos en el proceso de producción, a causa del manejo deficiente del equipo por parte del personal operativo. La maquinaria con defectos e instrumentación no diseñada para el proceso desgasta a otros equipos involucrados y ocasiona daños al producto final que son rechazos por el departamento de calidad y no pueden entregarse al cliente.

2.4.1. Factores que afectan la producción

Se analizó cada origen que afecta el proceso de la producción por malas prácticas empleadas del personal, falta de organización de los departamentos involucrados y se generan las pérdidas.

El análisis de pérdidas en la operación de la planta de producción, se realizó en un periodo de 3 meses. Se obtuvo la información con un estudio de campo identificando directamente las pérdidas que se presentaron al observar las actividades de producción y funcionamiento del equipo. Con ayuda de un formato de registros se completó los datos requeridos de las causas generadas en las pérdidas, tiempo que se generó por cada una y observaciones que aportaba el operador del área o línea de producción.

herramienta se adaptó a las condiciones analizadas en la planta de producción de la empresa y encontrar un orden de las causas más acumuladas, frecuentes, y se pueden priorizar para solucionar.

A continuación, en la tabla I se muestran las causas identificadas en el análisis de pérdidas en la operación durante el estudio de campo dentro de la planta de producción.

Tabla I. **Causas de pérdidas en la operación**

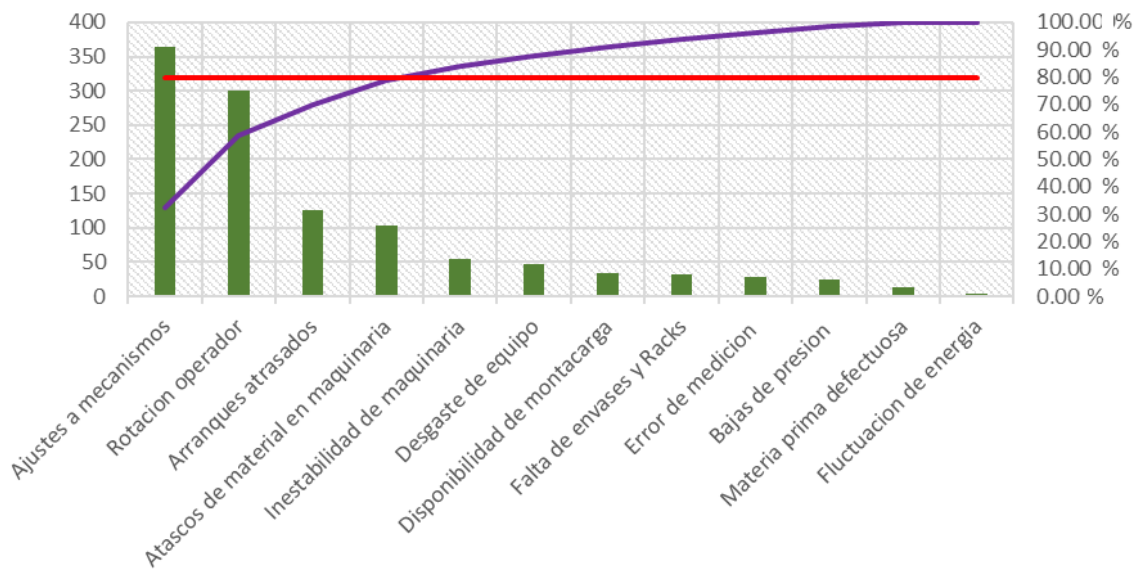
Causas			
Descripción	Cantidad	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Ajustes a mecanismos	364	32,21 %	32,21 %
Rotación de operador	300	26,55 %	58,76 %
Arranques atrasados	125	11,06 %	69,82 %
Atascos de material en maquinaria	104	9,20 %	79,03 %
Inestabilidad de maquinaria	55	4,87 %	83,89 %
Desgaste de equipo	46	4,07 %	87,96 %
Disponibilidad de montacarga	34	3,01 %	90,97 %
Falta de envases y racks	32	2,83 %	93,81 %
Error de medición	29	2,57 %	96,37 %
Bajas de presión	24	2,12 %	98,50 %
Materia prima defectuosa	14	1,24 %	99,73 %
Fluctuación de energía	3	0,27 %	100,00 %
Total	1 130	100,00 %	

Fuente: información obtenida en estudio de campo.

Para cada causa encontrada en el análisis se calculó el porcentaje que representa en forma individual con respecto al total de causas que se generan en la operación y el porcentaje acumulado del total de causas identificadas.

A continuación en la figura 9 se representa el diagrama de Pareto de las causas de pérdidas en la operación de la planta de producción de la empresa.

Figura 9. Diagrama de Pareto de causas de pérdidas analizadas en la operación



Fuente: elaboración propia.

La gráfica 9 muestra que los valores de la línea de porcentaje acumulado que se encuentran por debajo del 80 %, indica que son las causas que están generando el 80 % de los defectos y pérdidas del proceso, estas causas son:

- Ajustes mecánicos
- Rotación de operador
- Arranques atrasados
- Atascos de material en maquinaria

2.4.1.1. Pérdidas por tiempos de preparación

Las deficiencias que se presentan en las actividades de preparación previo a iniciar el arranque de líneas y equipos de la planta son:

- **Tiempos muertos de sanitización:** antes del arranque de los equipos de las líneas de producción, los operadores aplican sanitizantes especiales de grado alimenticio, en áreas de la maquinaria que está en contacto directo con el producto. Aplicar los químicos que eliminan la contaminación, es sencilla, sin embargo, los operarios emplean más tiempo de aplicación de lo recomendado por el fabricante. Es una pérdida que genera tiempos muertos por espera de la reacción a los químicos aplicados.
- **Energización de equipos:** algunos equipos necesitan más tiempo de preparación en el arranque para entregar un óptimo desempeño. Encender con anticipación debe ser una rutina planificada en las actividades del personal operativo, para evitar demoras de arranques de producción, si los equipos no están listos para su funcionamiento. Las condiciones que requieren prepararse a los diferentes equipos son como la temperatura, presiones, niveles y energía eléctrica.
- **Falta de suministros y materia prima:** la programación y ejecución de producción involucra diferentes departamentos, es importante que los

materiales a utilizar para los diferentes procesos de producción tengan la disponibilidad y entrega inmediata a los operarios de cada línea según la requisición de orden solicitada, la demora en entrega de estos materiales genera tiempos muertos por espera a la llegada de los suministros. Coordinar con el personal de bodega es parte importante porque de ellos depende que no existan pérdidas de tiempos por falta de disponibilidad de suministros a utilizar en el proceso de producción.

- Limpieza: muchas actividades de limpieza se realizan antes de comenzar la producción. La falta de asignación de tareas de limpieza a los auxiliares de producción genera atrasos para el arranque de producción.

2.4.1.2. Pérdidas por tiempo de ajuste

- Ajuste de fecha: el producto que fabrica la empresa tiene un tiempo de consumo sin que afecte a la salud del consumidor. A cada unidad se coloca el número de lote de producción y fecha de vencimiento. La línea de producción en bolsa, se cambia manualmente la fecha por el operador, se presentan errores por parte del operario en no actualizar el lote de producción y debe realizar un paro no programado cuando el equipo está puesto en marcha para realizar el ajuste de fecha. Las rutinas de inspección deben cumplir con puntos de control que garanticen la calidad del producto y evitar pérdidas por una mala práctica del personal.
- Ajustes de alturas en la máquina llenadora: cuando se cambia la presentación de producto, los pitones de la llenadora deben ajustarse a la altura del envase que se usara. Notificar al personal de mantenimiento

de un cambio de presentación con anticipación es importante para que se prepare y asignar un mecánico a realizar el ajuste o montaje del equipo. Las pérdidas de tiempos improductivos se generan por atrasos en entregar el equipo listo para su producción en la presentación requerida.

La figura 10, muestra parte de la máquina llenadora para envases de garrafón, donde se ajusta la altura según la presentación que se envasará.

Figura 10. **Máquina llenadora de envase garrafón**



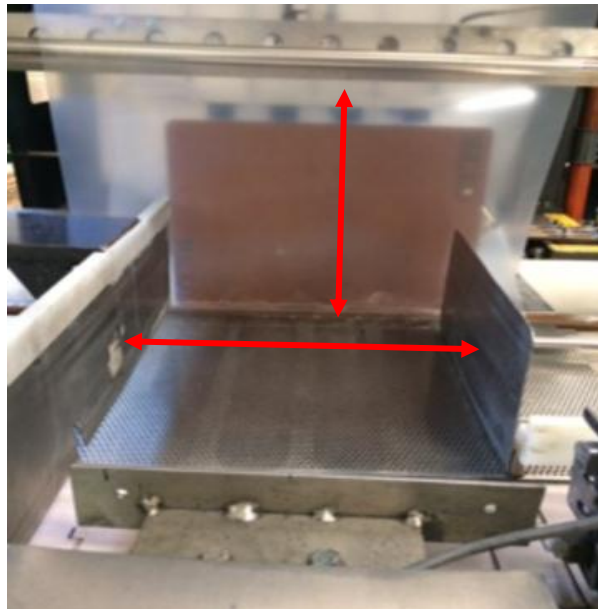
Fuente: elaboración propia.

- Ajuste de altura en máquina empacadora: cuando se cambia la presentación de producto, debe ajustarse las guías de empaquetado horizontal y vertical para la elaboración de los packs. Cuchillas especiales cortan la cantidad necesaria de plástico termo encogible para la cantidad de unidades que tendrán los packs. El problema cuando no se ajustan las guías de la empacadora, los packs no quedan bien

ajustados y deben volver a reprocesarse. Se generan pérdidas de tiempos por reproceso y material desechado que no se puede volver a utilizar.

En la figura 11, las flechas indican las guías que deben ajustarse para el empaquetado del producto.

Figura 11. **Equipo de empaque de producto**



Fuente: elaboración propia.

- Cambio de carrileras: para la línea de llenado en envase *pet*, se utilizan dos tipos de tapa que son tapa cerrada y tapa sport cap. Cuando se envasa la carrilera tiene las dimensiones exactas de la tapa, que sirve para el transporte de las mismas desde el depósito de tapas a la máquina taponadora. Existen pérdidas en la ejecución del cambio de una carrilera por falta de planificación, muchas veces se realiza el montaje de

la pieza en tiempos de operación y afectan la producción. El cambio de carrilera se debe realizar con las herramientas adecuadas evitando demoras en la ejecución y dañar los equipos por una mala práctica del mecánico.

- Instalación de tanques de gas a montacargas: los montacargas que operan en la planta de producción se suministran con gas propano para su funcionamiento. La falta de atención a chequear el nivel de gas en el tanque provoca detener el vehículo en momento inoportuno de la producción. Se suspende el suministro de envases para alimentar a la línea de garrafón, transportar el producto terminado a bodega y cargar producto a los camiones para despacharlos. La instalación de un tanque de gas recargado debe realizarse en cuando no esté produciendo la planta, garantizando la disponibilidad de montacargas para las tareas asignadas diarias.

2.4.1.3. Pérdidas en calidad

Pérdidas de materia prima durante el proceso de producción. Existe materia prima y material que se desechan por fallas durante el proceso de envasado, estas pueden ser:

- Tapas deformadas por sobre torque en la taponadora. Un sobre ajuste por parte del mecánico o falta de calibración de la taponadora puede provocar daños en la tapa.

La figura 12, muestra una tapa dañada por un sobre torque de la máquina taponadora, causando deformación y rompiendo el sello de seguridad de la tapa.

Figura 12. **Tapa dañada de un envase PET**



Fuente: empresa de bebidas envasadas.

- Fugas en producto terminado debido a que las cuchillas y selladores no están nivelados o ajustados.

Ver figura 13, fuga en el sellado del producto en bolsa.

Figura 13. **Fugas en producto terminado**



Fuente: elaboración propia.

- Envase dañado por atascos en maquinarias.

Ver figura 14, se muestran envases que han caído en la parte baja de la lavadora por atascos en la banda transportadora.

Figura 14. **Pérdida de materia prima en los equipos**



Fuente: elaboración propia.

- Troquelado de fecha no se identifica en el material del producto por falta de calibración y limpieza a las fechadoras.

2.4.1.4. Pérdidas esporádicas en el proceso

- Inestabilidad de la maquinaria: en el proceso de producción existen pequeños paros debido a que la maquinaria no se encuentra desajustada y genera desperfectos. Una mala aplicación de la fecha al producto, los niveles de llenado no están controlados, la taponadora causa problemas porque no está a la misma velocidad que la llenadora son factores que

perjudican a la producción. Arrancan los equipos sin previo a identificar posibles inconvenientes que provoquen tiempos de ajustes y reparación durante la producción.

- Bajas temperaturas de los hornos: los hornos son utilizados para realizar los packs y sellar la banda de seguridad de los garrafones. El equipo necesita alcanzar cierta temperatura para que el sello y el material de los packs se ajuste a la superficie del envase. Los hornos se deben encender con anticipación a iniciar la producción para evitar demoras de la producción. Es importante la inspección de las resistencias térmicas que son las encargadas de crear la temperatura en el horno.
- Bajos niveles de detergente y cloro: el detergente es utilizado para el lavado de los envases que lo suministra la lavadora y el cloro es dosificado al pozo donde se extrae el agua que se purificará. Si estos componentes faltan los parámetros de calidad son rechazados, es necesario solucionar el problema manteniendo los depósitos al nivel adecuado para que los equipos funcionen adecuadamente con los materiales requeridos. Evitar paros no programados por falta de un suministro al proceso productivo, se evita al realizar inspecciones del nivel de cada químico y regularlo si hace falta. Importante realizar esta actividad en tiempo programado de mantenimiento preventivo.

2.4.2. Eficiencias

En el análisis de la eficiencia actual de los equipos de la planta de producción de la empresa, se calculó la Eficiencia Global de Equipos OEE (*overall equipment effectiveness*). La identificación y reducción de las deficiencias permite mantener un rendimiento óptimo del equipo.

Para conocer cómo se encuentra la eficiencia global de los equipos se realizó un estudio de campo directamente en el área de trabajo y del proceso que se encuentran involucrados los equipos de la planta de producción. Se recopilaron datos como tiempos requeridos para la producción, tiempo real de operación, calidad del producto terminado, tiempo real que el equipo está operando, pero no eficientemente y velocidad de operación del equipo inferior a la que está diseñada para su funcionamiento ideal.

La tabla II muestra las condiciones y coeficientes a evaluar para obtener el cálculo de eficiencia global de equipos.

Tabla II. **Eficiencia global de equipos**

Eficiencia	Descripción
Rendimiento	Representa la velocidad a la que realiza un trabajo y entrega de unidades producidas de acuerdo a su tiempo real de producción del equipo. Tomando en cuentas paros programados y no programados.
Disponibilidad	Capacidad del equipo de producción para estar en funcionamiento en cualquier momento requerido en condiciones óptimas.
Calidad	Nivel de unidades que entrega el equipo en la producción, cumpliendo con los estándares de calidad.

Fuente: elaboración propia.

Para determinar la eficiencia global de los equipos de la planta de producción, se utilizó la siguiente expresión:

- “OEE = Disponibilidad x Rendimiento x Calidad”.³

³ RAMESH. Gulati, *Maintenance and reliability best practices*. p.182.

Donde:

- Rendimiento: velocidad de trabajo y unidades producidas en tiempo de operación.
- Coeficiente de disponibilidad: tiempo que el equipo está operando.
- Coeficiente de calidad: unidades producidas que cumple con los estándares de calidad.

Los indicadores de nivel de eficiencia que tienen los equipos de la planta de producción, se clasifican con rangos de aceptación de la eficiencia global de equipos.

La tabla III, detalla los rangos de aceptación de la eficiencia global de equipos.

Tabla III. **Criterios de eficiencia global de equipos**

Eficiencia global de equipos (OEE)		
OEE	Criterio	Observaciones
OEE < 65 %	No aceptable	Existen pérdidas en los equipos y el proceso.
65 % < OEE < 75 %	Regular	Si existen oportunidades de mejoras a implementar.
75 % < OEE < 85 %	Aceptable	Dar seguimiento a mejoras que puedan aumentar y superar el rango máximo de aceptable.
85 % < OEE < 95 %	Buena	Entra a la manufactura de clase mundial.
OEE > 95 %	Excelencia	Se considera una manufactura de excelencia.

Fuente: elaboración propia.

2.4.2.1. Rendimiento

El análisis de rendimiento de los equipos de la planta de producción, representara la efectividad del proceso de producción. Los tipos de pérdidas que se presentan afectando el rendimiento son los paros no programados y tiempos de vacío, así como reducciones de velocidad en los equipos. (Anexo 2).

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Nivel de producción real}}{\text{Nivel de producción teórico}} \times 100$$

Donde:

- Nivel de producción real: es la capacidad real que entrega el equipo en la producción, se mide en unidades producidas por el tiempo empleado.
- Nivel de producción teórico: capacidad diseñada que debe entregar el equipo en condiciones óptimas y eficientes, también se mide en unidades a producir en un tiempo determinado.

Cálculo del rendimiento de la línea de producción envasado en garrafón:

Datos:

- Nivel de producción real = 15 unidades/minuto
- Nivel de producción teórico = 22 unidades/min

Cálculo:

$$\text{Rendimiento} = \frac{15 \text{ u/min}}{22 \text{ u/min}}$$

$$\text{Rendimiento} = 0,6818 \times 100$$

$$\text{Rendimiento} = 68,18 \%$$

El resultado indica que la línea de producción está operando a un 68,18 % de su capacidad real.

En la tabla IV, se muestra los resultados del rendimiento de cada línea de producción y en diferentes periodos.

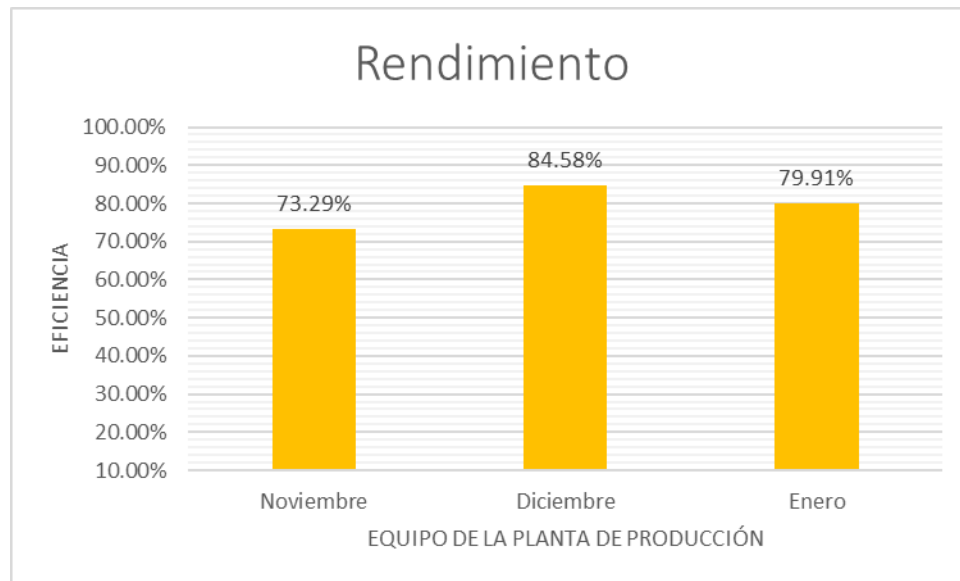
Tabla IV. **Rendimiento de los equipos de producción**

Mes	Línea	Presentación	Producción Teórica (u/min)	Producción Real (u/min)	Rendimiento
Noviembre	1	Garrafón	22	15	68,18 %
	2	Botella PET	65	44	67,69 %
	3	Bolsa	50	42	84,00 %
Diciembre	1	Garrafón	23	21	91,30 %
	2	Botella PET	65	50	78,46 %
	3	Bolsa	50	42	84,00 %
Enero	1	Garrafón	22	19	86,36 %
	2	Botella PET	65	49	75,38 %
	3	Bolsa	50	39	78,00 %

Fuente: elaboración propia.

Ver figura 15, resultado por mes del rendimiento general de las líneas de producción.

Figura 15. Rendimiento del equipo



Fuente: elaboración propia.

$$\text{Rendimiento promedio} = \frac{\text{Rendimiento 1} + \text{Rendimiento 2} + \text{Rendimiento 3}}{3}$$

$$\text{Rendimiento promedio} = \frac{73.29\% + 84.58\% + 79.91\%}{3} = 79,29 \%$$

El resultado del rendimiento promedio es del 79,29 % en los periodos analizados, indica que la eficiencia es aceptable según los criterios de la tabla III.

2.4.2.2. Disponibilidad

La disponibilidad del equipo requiere de su funcionamiento en cualquier momento que se necesite. En el análisis de tiempos se tomaron en cuenta el

tiempo que disponían de las máquinas para la producción, tiempos de ocios o improductivos y los tiempos por paradas no programadas. Las pérdidas que generan la falta de disponibilidad del equipo son las averías y tiempos de preparación. (Anexo 2).

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo de operación} - \text{Tiempo perdido}}{\text{Tiempo de operación}} \times 100$$

Donde:

- Tiempo de operación: el tiempo de disponibilidad del equipo directamente en el proceso de producción. No se consideran los tiempos de paradas programadas como tiempos de comida, idas al baño, cambios de materia prima y rutinas de limpieza.
- Tiempo perdido: son paradas no programadas durante el proceso de producción que restan el tiempo planificado para producir, pueden ser ocasionadas por fallas en los equipos, accidentes y ajustes por inestabilidad en la maquinaria.

Cálculo de la disponibilidad de la línea de producción envasado en garrafón:

Datos:

- Tiempo de operación = 380 minutos
- Tiempo perdido = 55 minutos

Cálculo:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{380 \text{ min} - 55 \text{ min}}{380 \text{ min}}$$

$$\text{Disponibilidad} = 0,8552 \times 100$$

$$\text{Disponibilidad} = 85,52\%$$

Significa que la disponibilidad de operación de los equipos durante la producción es del 85,52 %. El tiempo restante son paradas no programadas y ajustes por averías en los equipos.

La tabla V, se muestra la disponibilidad de cada línea de producción en los periodos analizados.

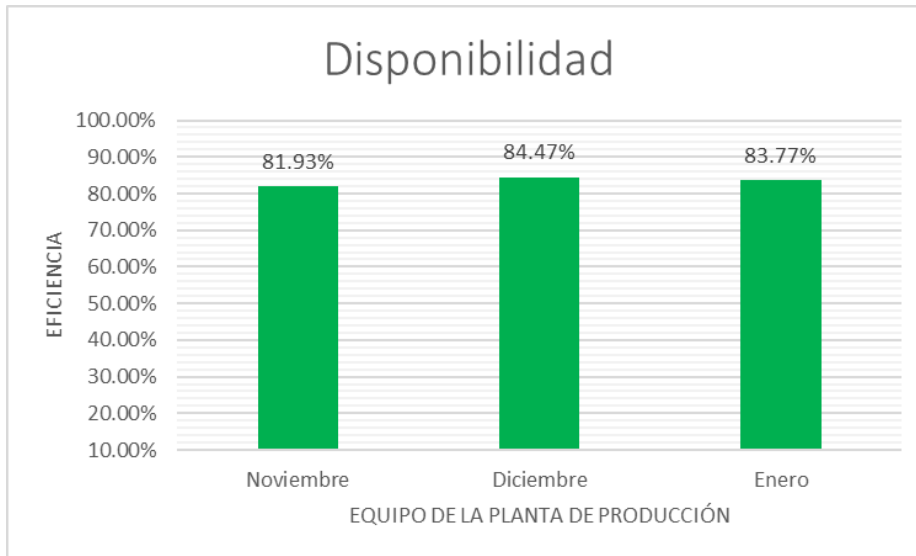
Tabla V. **Disponibilidad de los equipos de producción**

Mes	Línea	Presentación	Tiempo disponible de operación (min)	Tiempo de paradas no programadas (min)	Disponibilidad
Noviembre	1	Garrafón	380	55	85,52 %
	2	Botella PET	380	70	81,58 %
	3	Bolsa	380	81	78,68 %
Diciembre	1	Garrafón	380	64	83,15 %
	2	Botella PET	380	60	84,21 %
	3	Bolsa	380	53	86,05 %
Enero	1	Garrafón	380	50	86,84 %
	2	Botella PET	380	87	76,84 %
	3	Bolsa	380	47	87,63 %

Fuente: elaboración propia.

Ver figura 16 muestra la disponibilidad de los equipos de líneas de producción en los periodos indicados.

Figura 16. **Disponibilidad del equipo**



Fuente: elaboración propia.

$$\text{Disponibilidad promedio} = \frac{\text{Disponibilidad 1} + \text{Disponibilidad 2} + \text{Disponibilidad 3}}{3}$$

$$\text{Disponibilidad promedio} = \frac{81.93\% + 84.47\% + 83.77\%}{3} = 83,39 \%$$

El resultado de la disponibilidad promedio en el periodo analizado es del 83,39 %. Indica que la disponibilidad del equipo es aceptable, según los criterios de la tabla III.

2.4.2.3. **Calidad**

En el análisis de coeficiente de calidad se evalúa los resultados de efectividad que tienen los procesos de producción y equipos para garantizar los niveles de producción sin que existan pérdidas. Las pérdidas que disminuyen la

calidad son los productos defectuosos o reprocesados y puestas en marcha desalineadas. (Anexo 3).

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Volumen de producción} - \text{unidades defectuosas}}{\text{Volumen de producción}} \times 100$$

Donde:

- Volumen de producción: son el total de unidades producidas.
- Unidades defectuosas: son las unidades dañadas durante la producción por defectos de los equipos o defectos de calidad que se presenten en el proceso.

Cálculo del índice de calidad de la línea de producción envasado en garrafón:

Datos:

- Volumen de producción = 4 114 unidades
- Unidades defectuosas = 7 unidades

Cálculo:

$$\text{Calidad} = \frac{4,114 - 7}{4,114}$$

$$\text{Calidad} = 0.9982 \times 100$$

$$\text{Calidad} = 99,82\%$$

Significa que el 99 % del producto fabricado cumple con las condiciones y estándares de calidad requeridas.

La tabla VI, muestra la calidad productiva de cada línea de producción en los periodos analizados.

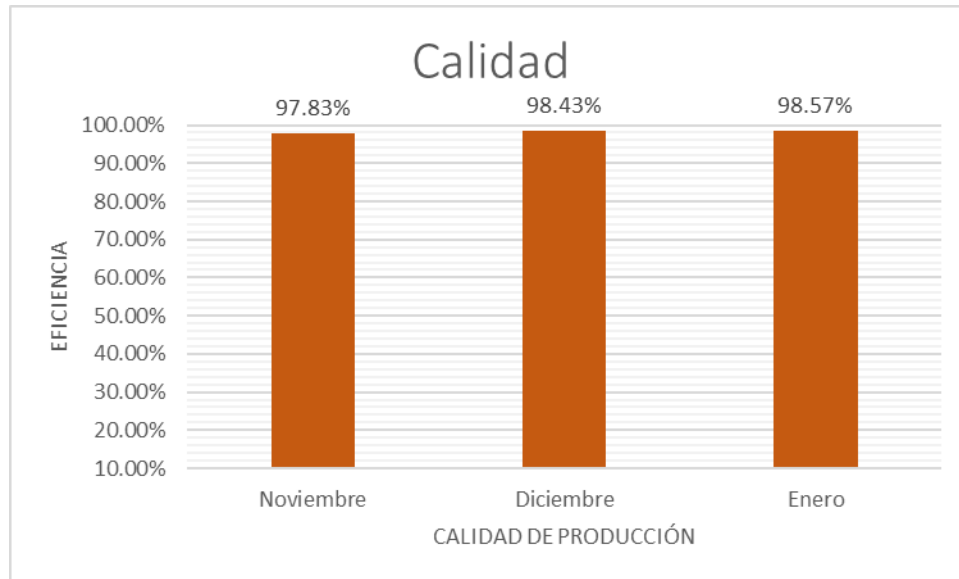
Tabla VI. **Calidad productiva**

Mes	Línea	Presentación	Unidades producidas	Unidades defectuosas	Calidad
Noviembre	1	Garrafón	4 114	7	99,82 %
	2	Botella PET	20 340	124	99,39 %
	3	Bolsa	15 449	883	94,28 %
Diciembre	1	Garrafón	4 261	8	99,81 %
	2	Botella PET	18 918	118	99,37 %
	3	Bolsa	19 831	768	96,13 %
Enero	1	Garrafón	2 996	6	99,79 %
	2	Botella PET	18 622	237	98,72 %
	3	Bolsa	17 375	485	97,20 %

Fuente: elaboración propia.

Ver figura 17, muestra la calidad de las unidades producidas a través de los equipos de las líneas de producción en los periodos indicados.

Figura 17. **Calidad productiva**



Fuente: elaboración propia.

Cálculo de la calidad promedio en el periodo analizado

$$\text{Calidad promedio} = \frac{\text{Calidad 1} + \text{Calidad 2} + \text{Calidad 3}}{3}$$

$$\text{Calidad promedio} = \frac{97,83\% + 98,43\% + 98,57\%}{3} = 98,27\%$$

El resultado de la calidad promedio durante el periodo analizado es del 98,27 %. Significa que la calidad productiva es excelente, según los criterios de la tabla III.

Eficiencia global de equipos de la planta de producción

La información necesaria para el cálculo de la eficiencia global de los equipos se obtuvo con los datos de cada índice de eficiencia anteriormente detallado.

- Datos: disponibilidad = 79,29 %
- Rendimiento = 83,39 %
- Calidad = 98,27 %

Cálculo:

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

$$\text{OEE} = 0,7929 \times 0,8339 \times 0,9827$$

$$\text{OEE} = 0,6497 \times 100$$

$$\text{OEE} = 65 \%$$

De acuerdo a los criterios de eficiencia global de equipos indicados en la tabla III, la eficiencia actual de la planta de producción es el 65 %, se considera una eficiencia regular y significa que existen oportunidades de mejora a implementar.

2.5. Mantenimiento productivo total propuesto

El TPM en la planta de producción tendrá como función principal obtener la máxima eficiencia global del sistema productivo, a través de la gestión correcta de los equipos que utiliza para sus procesos productivos.

Se dirigirá el interés a la eliminación de paros no programados, tiempos muertos de operación, reducir el funcionamiento de velocidad inferior a la

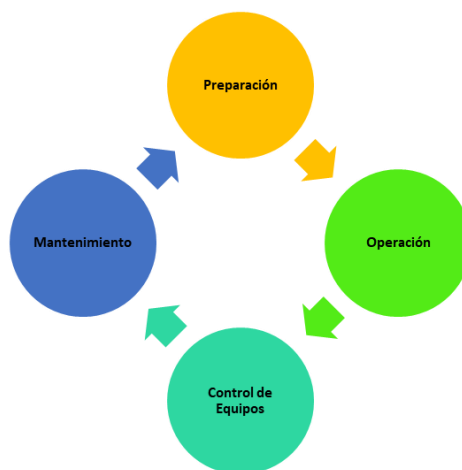
capacidad del equipo y minimizar fallas y averías en los procesos que intervienen los equipos.

Como parte de la propuesta de un mantenimiento productivo total para los equipos de la planta de producción de la empresa de bebidas envasadas, se enfoca en promover una producción que no existan defectos y mantener los sistemas de producción más eficientes, eliminando actividades que no agregan valor a los procesos productivos y al producto.

Para alcanzar un sistema de mantenimiento adecuado es importante que el personal de producción asegure tener las siguientes características en el sistema productivo para ser eficiente.

Ver figura 18, muestra las características de un sistema eficiente de producción.

Figura 18. **Sistema de producción eficiente**



Fuente: CUATRECASAS ARBÓS, Lluís. *TPM en un entorno Lean Management*. p. 42.

La mejora continua, dependerá de cómo la empresa planifica los recursos que dispone para sus procesos, es por eso que se deben considerar los siguientes criterios:

- Con cada entrada de recurso se debe maximizar las salidas
- Maximizar las salidas con el mínimo de entradas

Las entradas y salidas consideradas para el TPM en la empresa son:

Ver tabla VII, entradas necesarias para un TPM y salidas de un sistema Just in time.

Tabla VII. **Relación de entradas y salidas proceso productivo**

Entradas TPM		Salidas JIT
<ul style="list-style-type: none"> • Personal • Maquinaria y equipo • Materiales 	Proceso productivo	<ul style="list-style-type: none"> • Productividad • Calidad • Entregas a tiempo • Motivación • Seguridad • Entorno de trabajo

Fuente: CUATRECASAS ARBÓS, Lluís. *TPM en un entorno Lean Management*. p. 43.

2.5.1. Planificación de los recursos del TPM

En la planificación de los recursos de un mantenimiento productivo total es necesario considerar el recurso humano que está involucrado en el mantenimiento y los procesos productivos, los equipos que se atenderán en la programación de actividades de mantenimiento y los materiales que se requieren para la ejecución del TPM.

2.5.1.1. Recurso humano

Para obtener un mantenimiento adecuado a los equipos es importante mejorar las habilidades del recurso humano que dispone la empresa. Para asegurar la capacidad del personal operativo en atender las necesidades de cada equipo y maquinaria fue necesario planificar las siguientes actividades que ellos desempeñaran cada día en su área de trabajo.

La tabla VIII, indica el personal involucrado en la planificación de atención a los equipos en diferentes actividades.

Tabla VIII. **Funciones del personal operativo en el mantenimiento de equipos de la planta de producción**

Recurso humano operativo	Cantidad	Horario laboral	Descripción de actividades de mantenimiento
Operadores de línea	4	Turno 1. 6:30 am – 14:30 pm Turno 2. 14:30 pm – 21:00 pm	<ul style="list-style-type: none"> • Inspección de equipos • Limpieza de área de trabajo • Lubricación de equipos • Ajustes de equipos • Sanitizado del equipo • Coordinar mantenimiento autónomo con auxiliares de producción • Reportar actividades de mantenimiento
Auxiliares de producción	14	Turno 1. 6:30 am – 14:30 pm Turno 2. 14:30 pm – 21:00 pm	<ul style="list-style-type: none"> • Limpieza a los equipos • Lubricación de equipos • Inspección del estado de los equipos
Supervisor de producción	2	Turno 1. 6:30 am – 14:30 pm Turno 2. 14:30 pm – 21:00 pm	<ul style="list-style-type: none"> • Asegurar que las actividades de limpieza e inspección se realicen a tiempo. • Validar el trabajo del personal de producción. • Identificar perdidas a causa de los equipos.
Mecánicos	3	Turno 1. 6:30 am – 14:30 pm Turno 2. 14:30 pm – 21:00 pm	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar el mantenimiento preventivo y correctivo a los equipos. • Verificar el estado de los equipos y mantener la disponibilidad de los mismos. • Limpieza general de los equipos.

Continuación de la tabla VIII.

Supervisor de mantenimiento	1	8:00 am – 17:00 pm	<ul style="list-style-type: none"> • Asegurar que se realicen las actividades de mantenimiento planificado. • Validar el trabajo y fiabilidad del equipo. • Asignar actividades de reparación. • Gestionar las compras de repuestos y suministros.
Encargado de bodega de materiales	1	8:00 am – 17:00 pm	<ul style="list-style-type: none"> • Despachar los repuestos y materiales para actividades de mantenimiento. • Llevar un control de stock de repuestos.

Fuente: elaboración propia.

Las actividades planificadas que desempeñara el personal para un mantenimiento productivo total son las siguientes:

- Equipos de trabajo: cada línea de producción tiene personal asignado para operar la maquinaria, se formaron equipos de trabajo para que atiendan las actividades de mantenimiento básico a la maquinaria durante su turno de trabajo.
- Mantenimiento autónomo: el operador de línea y auxiliares de producción serán los responsables de los mantenimientos más sencillos que necesitan los equipos. Para la implementación de un mantenimiento autónomo se indicaron las siguientes actividades para que se realicen durante la rutina de trabajo diario.
 - Limpieza al inicio y al final de producción a los equipos y área de trabajo.

- Realizar una rutina de inspección diaria del estado de los equipos de producción, asegurando la prevención de posibles fallas y averías durante la operación.
- Lubricación a los mecanismos de los equipos.
- Estandarización: estandarizar tiempos de limpieza, ajustes y lubricación. Estándares de registro de actividades y las herramientas y materiales necesarios para el mantenimiento.
- Capacitación de inspecciones y evaluación del estado del equipo: es necesario reforzar constantemente los conocimientos que tiene el personal de mantenimiento en atención a los equipos, conocimientos como:
 - Tener identificadas las áreas críticas de desgaste o fallas frecuentes de los equipos para atender un mantenimiento predictivo y preventivo.
 - Conocer el procedimiento seguro y eficiente para operar cada equipo de las líneas de producción.
 - Orientar al personal en que herramienta es la adecuada para realizar ajustes y montajes de las partes de los equipos, según a las medidas estándar a la que el fabricante diseño el equipo.
- Identificar defectos y averías que afectan la productividad: es importante que el personal operativo sepa identificar pérdidas y las fuentes de los defectos que son causantes de paradas no programadas en los

procesos, y poder atenderla con una solución directa que acabe con las pérdidas

Es importante la participación de todo el equipo en las diferentes tareas asignadas y requeridas para la fiabilidad del equipo. Es conveniente realizar reuniones frecuentes para programar cada actividad que ayude a la conservación del equipo, y compartir evidencias de pérdidas que se han detectado para poder encontrar soluciones adecuadas.

2.5.1.2. Equipos

Para la planificación del mantenimiento de los equipos es necesaria la programación de un mantenimiento preventivo. Con la maquinaria y equipo industrial de la planta de producción y las funciones que desempeña es necesario garantizar la disponibilidad y confiabilidad.

Se actualizó el programa de mantenimiento anual que utilizaba el departamento de mantenimiento para la atención de cada equipo. Se estructuró el orden de las actividades por cada equipo y el diseño de un formato para visualizar y validar cada tarea asignada al mecánico de turno.

Los elementos planificados y asignados a cada actividad de mantenimiento son:

- Equipo a realizar mantenimiento
- Actividad específica de mantenimiento a realizar
- Frecuencia de mantenimiento
- Fecha de realizado el mantenimiento
- Personal de mantenimiento asignado que ejecutara la actividad

- Firma de responsable y realizada la actividad

Ver figura 19, se muestra el formato del programa de mantenimiento para los equipos de la planta de producción.

Figura 19. **Formato de mantenimiento programado a los equipos**

BEBIDAS PREPARADAS S.A.		Mantenimiento Preventivo Programado Mensual (MPPM'S)				CODIGO F1/PD-MA-1		
Departamento: Mantenimiento		ASIGNACIÓN DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO ANUAL (MARZO 2018)				Edición No. 2		
Fecha de Emisión: Febrero, 2 de 2018						Pagina: 1 de 6		
CÓDIGO	EQUIPO A REALIZAR MANTENIMIENTO	ACTIVIDAD A REALIZAR	FRECUENCIA				FECHA DE REALIZADO	FIRMAR DE REALIZADO Y DE EXISTIR OBSERVACIONES ANOTARLAS AQUÍ
			Diario	1 V/M	2 V/M	4V/M		
LÍNEA 1								
PRBOM03	BOMBA TANQUE 1 DE LAVADORA GARRAFONES LINEA 1	CHEQUEO PRESIÓN	x					Mecánico 1 y 2
PRBOM04	BOMBA TANQUE 2 DE LAVADORA GARRAFONES LINEA 1	CHEQUEO PRESIÓN	x					Mecánico 1 y 2
PRMAQ01	LAVADORA DE GARRAFON PARA LINEA 1	LIMPIAR Y LUBRICAR EJES NEUMÁTICOS, REVISAR SPRAYS, REVISAR EMPAQUES	x					Mecánico 1 y 2
PRMAQ02	LLENADORA DE LINEA 1 PARA GARRAFON	LIMPIAR Y LUBRICAR EJES NEUMÁTICOS		x				Mecánico 1
		LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN GENERAL CAMARA, REVISAR Y LIMPIAR CADENAS			x			Mecánico 1
PRMAQ10	IMPRESORA VIDEOJET VJ1220 LINEA 1	LIMPIAR CABEZAL Y EQUIPO				x		Mecánico 1
PLINY04	SISTEMA DE PRESIÓN POSITIVA PARA CUARTO L1	LIMPIAR REJILLAS, TUBERÍA INTERNAMENTE, CAMBIAR FLECOS INDICADORES		x				Mecánico 1
		LAVAR PREFILTRO DE AIRE		x				Mecánico 1
Línea 2								
PRTDM14	TABLERO DE MANDO RINSE DE LINEA 2	LIMPIEZA GENERAL DE TABLERO (INTERNA Y EXTERNA, REVISAR Y PINTAR DE SER NECESARIO)		x				Mecánico 2
PRMAQ05	SISTEMA DE LLENADO LINEA 2	LIMPIAR Y LUBRICAR CILINDROS, CARRUSEL, SNIFFER, EJE DE TOLVA			x			Mecánico 2
		LUBRICAR, REVISAR SNIFFER'S, MANGUERAS Y JUNTAS		x				Mecánico 2
		ROTAR DADOS, REVISAR 28 VALVULAS DE LLENADO, REVISAR MOTOR, LUBRICANTE A CAJA		x				Mecánico 3
PRMAQ15	IMPRESORA VIDEOJET VJ1520 LINEA 2	LIMPIAR CABEZAL Y EQUIPO				x		Mecánico 3

Fuente: elaboración propia, información recopilada en archivos del departamento de mantenimiento.

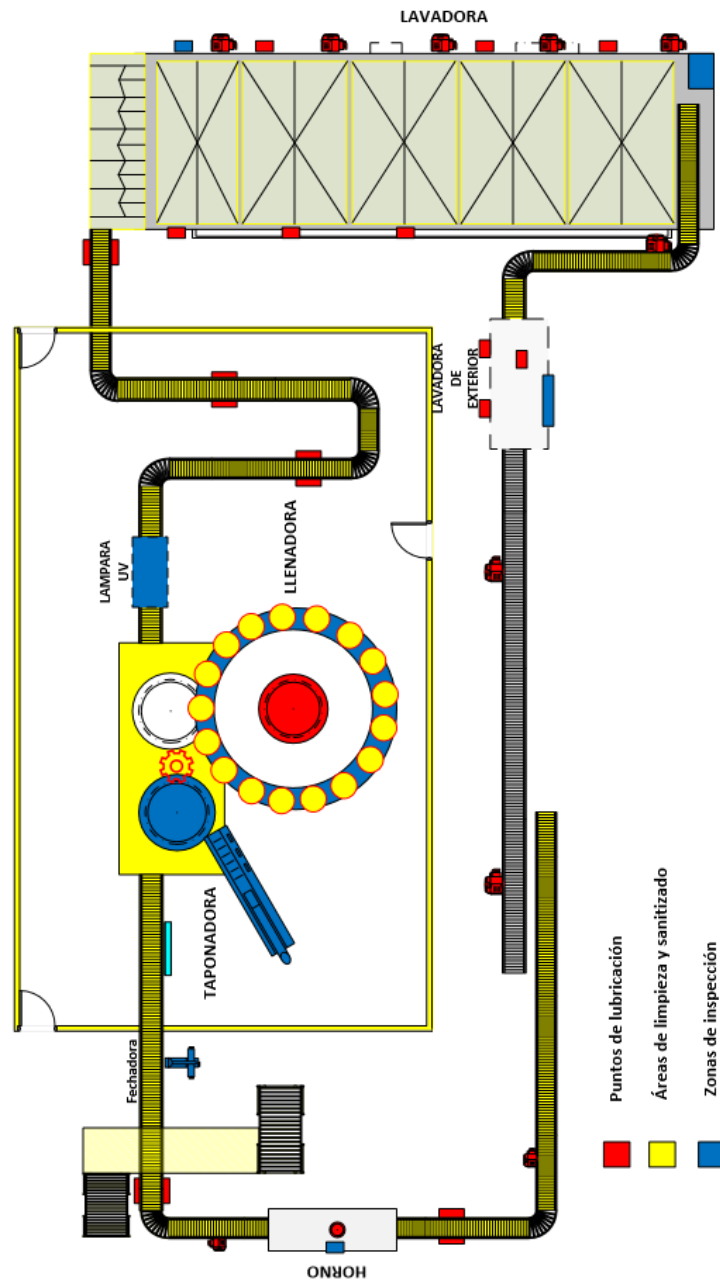
Estándares: es importante en la ejecución de actividades de mantenimiento sea rápida y efectiva. Los estándares que se deben mantener en un mantenimiento son:

- Estándares de tiempos de ejecución
- Estándares de ajustes
- Uso de herramienta adecuada y medida a la que el fabricante diseño la maquinaria.
- Estándares de puntos de limpieza.
- Estándares de cantidades y aplicación de áreas de lubricación.
- Formatos establecidos de registros de actividades de mantenimiento y seguimiento del equipo.
- Procedimientos de limpieza, inspección y lubricación.

Para identificar las áreas que necesitan inspección, los puntos de lubricación y limpieza de cada equipo se elaboraron diagramas de croquis de cada línea de producción de la planta de producción. Se colocaron diagramas de los equipos que están en cada línea para que el personal de producción y mantenimiento conozcan cada punto de mantenimiento que requieren.

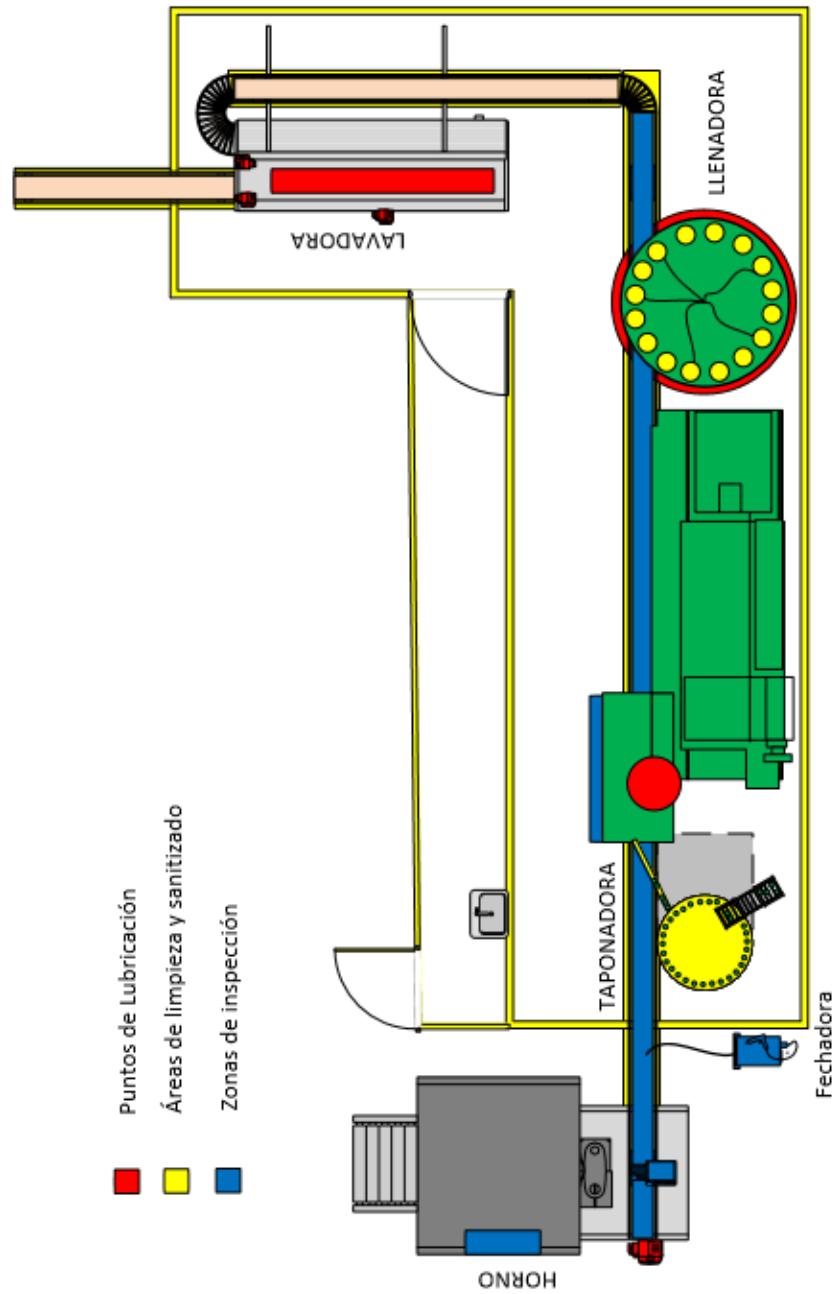
Ver las figuras 20, 21 y 22 se presentan los croquis de las líneas de producción, identificando los puntos y zonas de aplicación de mantenimiento para los equipos de las líneas de producción.

Figura 20. Croquis de línea 1, puntos de control y mantenimiento a los equipos



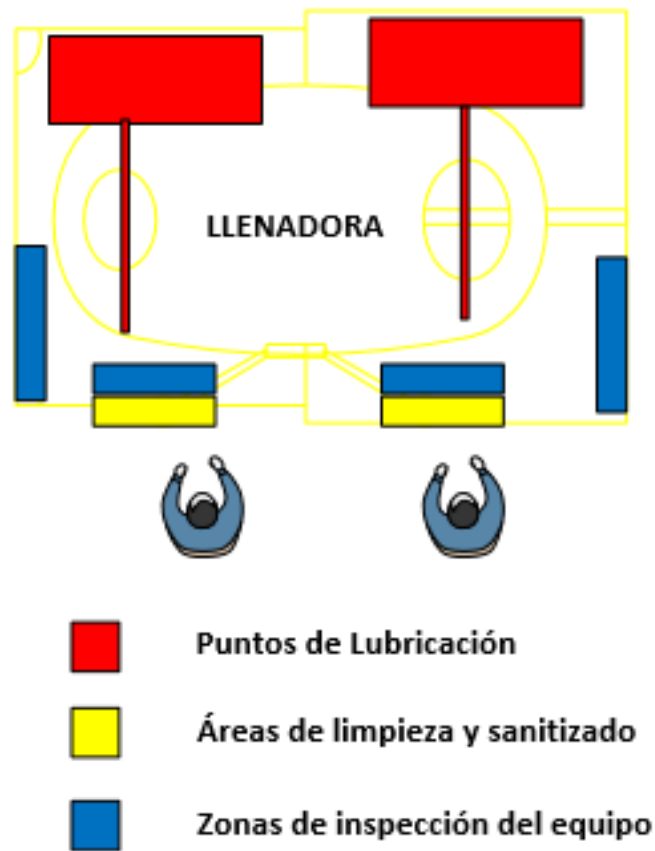
Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

Figura 21. Croquis de línea 2, puntos de control y mantenimiento a los equipos



Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

Figura 22. **Croquis de línea 3, puntos de control y mantenimiento al equipo**



Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

2.5.1.3. Insumos y materiales

Para asegurar la ejecución del mantenimiento del equipo en el tiempo programado, es necesario garantizar la disponibilidad de repuestos y materiales que se requieren en el desmontaje y montajes de partes mecánicas de los equipos.

Es importante tener un inventario de materiales e insumos para los mantenimientos preventivos y otros insumos que pueden ser necesarios en emergencias que se presentan por fallas o averías esporádicas.

El departamento de mantenimiento se ha visto en la necesidad de llevar un control de inventario de los repuestos y material de mantenimiento que necesita, para sus actividades y atender adecuadamente cada equipo.

Se diseñó un formato para un control de materiales utilizados para el mantenimiento preventivo mensual y repuesto que usualmente se requiere por una avería emergente. La finalidad de tener un registro y control de los materiales e insumos es reportar al encargado de bodega los requerimientos de materiales, para el siguiente mes y evitar la falta de disponibilidad de insumos y no poder ejecutar los mantenimientos a los equipos.

Ver figura 23 se muestra el formato para el control de materiales e insumos de mantenimiento utilizados en la reparación de equipos.

Figura 23. **Control de materiales e insumos utilizados**

Control mensual de materiales e insumos de mantenimiento										
Periodo:				Responsable						
Codigo	Material	Inventario inicial	stock de seguridad	Cantidad material utilizado					Inventario actual	Cantidad de material requerido
				Semana						
				1	2	3	4	5		
Lubricantes										
	Grasa No. 68									
	grasa grado alimenticio No. 2									
	Aceite grado 680									
	Aceite grado 460									
	Acite grado alimenticio aerosol									
Selladores										
	Selladore de llenadora 1x8"									
	Selladore de llenadora 1x6.5"									
	Sellador del horno 1x17"									
Filtros de tuberías de llenadoras y tanques										
	Filtro de cartucho llenadora 4.5"									
	Filtro de cartucho torre de ozono									
	Portacartuchos 4.5x10"									
	Filtros de aceite, generadores									
	Filtros de gas, calderin									
	Filtros de diesel, generadores									

Fuente: elaboracion propia.

El supervisor de mantenimiento realizara un consolidado de material utilizado en el mantenimiento de los equipos para entregarlo al departamento de bodega y poder gestionar compras de materiales requeridos para la programación de actividades de los próximos mantenimientos.

Las actividades de conservación de herramientas y equipos de mantenimiento son los siguientes:

- Estandarizar unidad de medida a los equipos: evitar tener tornillos y tuercas de diferentes unidades de medidas (pulgadas o milimétricas). Utilizar la medida al que el fabricante del equipo diseñó el equipo.

- Herramienta ordenada y limpia: mantener la herramienta libre de suciedad (grasa, oxido, polvo), para evitar contaminación en el equipo y el producto.
- Almacenar materiales y herramientas: colocar cada equipo e instrumento en el lugar asignado en el curso de mantenimiento. Evitar dejar restos de materiales y las herramientas en los equipos de producción.
- Equipo de seguridad e higiene: cuando se realiza una actividad de mantenimiento como norma de seguridad no se realizará si no se cuenta con el equipo de seguridad e higiene adecuado. Con el fin de evitar accidentes por la manipulación de herramienta que sea peligrosa y mecanismos de la maquinaria que provoquen heridas si no se porta equipo de protección. Importante también para la inocuidad del producto utilizar equipos de higiene que eviten contaminar el área que se está atendiendo.

2.5.2. Política de mantenimiento productivo total

En el análisis de la planificación de mantenimiento se identificó que la empresa no cuenta con una política de la gestión de mantenimiento y conservación de los equipos, que oriente a través de objetivos la eliminación de pérdidas en la operación y la mejora continua en los procesos operativos.

Se estableció una política de mantenimiento productivo total para la planta de producción de la empresa. El diseño y desarrollo de la política de TPM contempla la necesidad de crear directrices que debe conocer el personal operativo para asegurar los objetivos que se requieren alcanzar.

Se presentó la política de TPM a los distintos niveles de la empresa para validar y ser divulgada a las partes interesadas y áreas de aplicación de la misma.

La figura 24 presenta la política de Mantenimiento Productivo Total (TPM) propuesta.

Figura 24. **Política de mantenimiento productivo total**

La unidad productiva está comprometida a lograr la máxima disponibilidad y confiabilidad de los equipos y maquinaria utilizada para los procesos de purificación y envasado, asegurando la ejecución de un mantenimiento preventivo y autónomo, mejorando la gestión en atención a los equipos a través de la participación del personal. Garantizando la eliminación de pérdidas y paros no programados para lograr aumentar la eficiencia global de la planta de producción.

Fuente: elaboración propia.

Los objetivos de la gestión de mantenimiento productivo total para la planta de producción son:

- Cero paros no programados y cero defectos de los equipos, mejorando actividades de inspección y control durante el proceso de producción.
- Cero accidentes en la ejecución de actividades de mantenimiento.

- Involucramiento de todo el personal operativo en el mantenimiento autónomo a los equipos de producción.
- Mejorar y dar prioridad a las actividades de mantenimiento preventivo para la disponibilidad y confiabilidad de los equipos.
- Conservación de la maquinaria en buenas condiciones ejecutando el programa de mantenimiento y utilizando la herramienta adecuada.
- Alta eficiencia en la disponibilidad y rendimiento de los equipos garantizando la calidad del producto.

2.5.3. Procedimientos de mantenimiento productivo total en los equipos

Como parte del mantenimiento productivo total propuesto para los equipos de la planta de producción, se rediseñaron y establecieron los procedimientos que debe realizar el departamento de mantenimiento, indicando las acciones y operaciones de mantenimiento.

Los procedimientos diseñados de mantenimiento productivo total son:

- Inspección
- Limpieza
- Lubricación

2.5.3.1. Inspección

La inspección correcta a los equipos productivos garantizara el óptimo funcionamiento durante la producción y evitar paradas no programadas por fallos en los equipos que pueden identificarse en una rutina de inspección previo al arranque de los mismos.

La inspección general que se realizara a los equipos de producción es.

- El personal operativo del área o equipo asignado será el responsable de realizar una rutina de inspección previo al arranque y al terminar el turno.
- Según el funcionamiento del equipo se verificará, que cumpla con las condiciones adecuadas para la disponibilidad y confiabilidad de ejecución de trabajo durante la producción. Los elementos y condiciones a inspeccionar son:
 - Limpieza en equipos y áreas de trabajo
 - Presión
 - Temperatura
 - Lubricación
 - Desgastes
 - Abastecimiento de agua y energía
 - Fugas
- El supervisor de área validara que se realizó la inspección y que cumple con las condiciones adecuadas para su funcionamiento.

- Si existe una observación o inconformidad que pueda causar un fallo en el equipo se notificara al supervisor de mantenimiento para que coordine la acción correctiva conjuntamente con su equipo de trabajo.
- Se anotará la inspección realizada en el formato INEQ01 e INEQ02.

A continuación, en la tabla IX se presenta el procedimiento para la inspección de cada equipo de la planta de producción.

Tabla IX. **Procedimiento de Inspección a maquinaria y equipos**

Bebidas envasadas S.A. Departamento: Producción	Inspección de maquinaria y equipo	Edición No. 1
<p>Propósito Definir las actividades y tareas necesarias para asegurar condiciones óptimas en los equipos utilizados para la producción.</p> <p>Alcance Los procedimientos de inspección aplican a los equipos y maquinaria instalados en la planta de producción.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Equipos y maquinaria de líneas de producción - Equipos de purificación - Otros equipos de la planta de producción <p>Responsables</p> <ul style="list-style-type: none"> • Supervisor de mantenimiento: supervisar la adecuada ejecución de las actividades de inspección. • Mecánicos: ejecutar la inspección a los equipos de acuerdo a lo establecido • Operadores y auxiliares de producción: participación en tareas de inspección en los equipos asignados. 		

Continuación de la tabla IX.

Desarrollo

La inspección a los equipos de la planta de producción, garantizara el óptimo funcionamiento. Identificando posibles fallas o averías que puedan generar paradas no programadas y tener pérdidas durante la producción.

Ejecución: previo al arranque de las actividades de producción el mecánico de turno debe realizar una rutina de inspección a cada equipo que se detalla, para garantizar la confiabilidad de los equipos y maquinaria.

Hojas de control: cada actividad realizada se anotará en una hoja de control de equipos INEQ01 y INEQ02, se firmará de responsable de realizar la inspección en el equipo por parte del mecánico/operador de producción.

Normas: finalizada la rutina de inspección el mecánico de turno, notifica al supervisor de mantenimiento el estado actual de los equipos y maquinaria. Si existe una observación o inconformidad realizar la acción correctiva con la supervisión y autorización del supervisor de mantenimiento.

INSTRUCTIVOS DE MANTENIMIENTO


a. Línea de envasado Garrafón:

Equipo y maquinaria	Inspecciones	Responsable	Frecuencia
Pre-lavadora	Abastecimiento de agua y sistema eléctrico	Mecánico 1	1 vez a la semana
	Visualizar el estado de las fajas y cepillos	Mecánico 1	1 vez a la semana
	Visualizar el estado de lubricación de cojinetes	Mecánico 1	1 vez a la semana


Continuación de la tabla IX.

Lavadora	Verificar el funcionamiento de las bombas de tanques de lavado	Mecánico 1	1 vez a la semana
	Visualizar el estado de lubricación a cadenas y chumaceras	Mecánico 1	1 vez a la semana
Llenadora	Sistemas eléctricos neumáticos e hidráulicos	Mecánico 1	Diario
Taponadora	Sistemas eléctricos neumáticos e hidráulicos	Mecánico 1	Diario
Bandas transportadoras 	Inspección de arranque de cada banda transportadora	Operador	Diario
	Revisar conjuntos de guías, rodamientos, perfiles de desgaste y bandejas de drenaje	Mecánico 1	2 veces al mes
	Revisar sensores y caja de control de paro	Mecánico 1	Diario
Mangueras 	Inspección de fugas de presión	Mecánico 1	1 vez a las semana
Horno	Verificar conexiones eléctricas y condiciones de las resistencias	Mecánico 1	1 vez a la semana
Techo y piso del cuarto de llenado.	Verificar el estado sin agujeros y esté limpio.	Operador	Diario
Lámparas del cuarto de llenado	Verificar que todas estén funcionando	Operador	Diario

b. Línea de envasado PET:

Equipo y maquinaria	Inspecciones	Responsable	Frecuencia
Lavadora	Visualizar el estado de lubricación de cojinetes	Mecánico 2	1 vez a la semana
Llenadora	Visualizar el estado de lubricación de engranajes	Mecánico 2	1 vez a la semana
Tablero de mando llenadora 	Revisar cableado aislado, y medir temperatura	Mecánico 2	1 vez a la semana

Continuación de la tabla IX.

Tablero de mando taponadora	Revisar cableado aislado, y medir temperatura	Mecánico 2	1 vez a la semana
Bandas transportadoras 	Inspección de arranque de cada banda transportadora	Operador	Diario
	Revisar conjuntos de guías, rodamientos, perfiles de desgaste y bandejas de drenaje	Mecánico 2	2 veces al mes
	Revisar sensores y caja de control de paro	Mecánico 2	Diario
Techo y piso del cuarto de llenado.	Verificar el estado sin agujeros y esté limpio.	Operador	Diario
Lámparas del cuarto de llenado	Verificar que todas estén funcionando	Operador	Diario

c. Línea de envasado en bolsa

Equipo y maquinaria	Inspecciones	Responsable	Frecuencia
Llenadora	Visualizar el estado de lubricación de cadenas y engranajes	Mecánico 3	1 vez a la semana
	Revisar silicones verticales y horizontales, teflones y cuchillas	Mecánico 3	2 veces al mes
	Revisar conexiones eléctricas	Mecánico 3	2 veces al mes
Piso	Verificar limpieza	Operador	Diario

Continuación de la tabla IX.

d. Otros equipos y maquinaria

Equipo y maquinaria	Inspecciones	Responsable	Frecuencia
Osmosis Inversa	Inspección de variables	Mecánicos	Diario
	Revisar presión	Mecánicos	1 vez a la semana
Generador de Ozono 	Inspección de variables	Mecánicos	Diario
Lámparas ultravioletas 	Medir corriente e intensidad	Mecánico 3	Diario
Bomba sumergible de pozo	Medir amperaje y voltaje	Mecánico 1	Diario
Bomba de trasiego	Medir presión y amperaje	Mecánico 3	2 veces al mes
Tableros de mando	Revisar indicadores, cableado y temperatura	Mecánico 2	1 vez a la semana
Tuberías 	Revisar estado que no existan fugas	Mecánico 1	1 vez a la semana

Fuente: elaboración propia.

2.5.3.2. Limpieza

La limpieza a los equipos y áreas de trabajo es importante controlarla y asegurar que se cumpla para no afectar los procesos de producción, salubridad en el ámbito de trabajo y la inocuidad del producto.

Para que los equipos de producción funcionen correctamente es importante dar un mantenimiento que incluya la limpieza para prolongar la vida útil, evitar averías y obstrucciones por suciedad. A los equipos y partes mecánicas que están en contacto directo con la materia prima y producto, se debe sanitizar para garantizar un producto de calidad e inocuo para el consumidor.

Es necesaria la limpieza del área de trabajo para tener un ambiente agradable de trabajo y proteger la salud.

A continuación, en la tabla X se presenta el procedimiento de limpieza para cada equipo y maquinaria de producción y las instalaciones de la planta de producción.

Tabla X. **Procedimiento de limpieza a los equipos de producción**

BEBIDAS ENVASADAS S.A.	LIMPIEZA DE MAQUINARIA Y EQUIPO	Edición No.:01
Departamento: Producción		
Propósito		
Definir los procedimientos necesarios para asegurar condiciones de orden y limpieza de áreas de trabajo y equipos en el área de producción.		
Alcance		
Aplicación de limpieza a las instalaciones y equipos en el área de producción, incluyendo:		
Instalaciones Generales de la Planta de Producción		
<ul style="list-style-type: none"> • Techos • Lámparas • Paredes • Ventanas • Piso 		
Área de Filtración		
<ul style="list-style-type: none"> • Superficie de Filtros • Manómetros • Tuberías • Bombas • Bases de Filtros 		
Equipos		
<ul style="list-style-type: none"> • Líneas de llenado • Llenadora • Taponadora • Lavadora • Bandas transportadoras 		

Continuación de la tabla X.

Responsables

- Supervisores de producción y mantenimiento: supervisar la adecuada ejecución de las tareas de limpieza según lo establecido.
- Mecánicos: realizar las tareas de limpieza asignadas, para mantener las instalaciones y equipos seguros y en buenas condiciones.
- Operadores y auxiliares de producción: realizar la limpieza del área de trabajo y equipo que operan.
- Inspector de calidad: verificar las actividades de limpieza a los equipos de producción y áreas de trabajo. Aprobar el nivel de limpieza requerido.

Desarrollo

Previo al arranque de las actividades de producción los operarios y auxiliares de producción deben realizar una limpieza diaria a los equipos asignados y área de trabajo. Actividades que son poco frecuentes las realizan los mecánicos como la limpieza de las instalaciones (techo, lámparas, paredes, ventanas).

Hojas de control: para la validación de limpieza, el operario o mecánico debe llenar el formato LPEI01 control de limpieza realizada en los equipos y áreas de trabajo.

Normas: las rutinas de limpieza se realizarán en la frecuencia y tiempo programado, es importante no demorar en las actividades.

Continuación de la tabla X.

Responsables

- Supervisores de producción y mantenimiento: supervisar la adecuada ejecución de las tareas de limpieza según lo establecido.
- Mecánicos: realizar las tareas de limpieza asignadas, para mantener las instalaciones y equipos seguros y en buenas condiciones.
- Operadores y auxiliares de producción: realizar la limpieza del área de trabajo y equipo que operan.
- Inspector de calidad: verificar las actividades de limpieza a los equipos de producción y áreas de trabajo. Aprobar el nivel de limpieza requerido.

Desarrollo

Previo al arranque de las actividades de producción los operarios y auxiliares de producción deben realizar una limpieza diaria a los equipos asignados y área de trabajo. Actividades que son poco frecuentes las realizan los mecánicos como la limpieza de las instalaciones (techo, lámparas, paredes, ventanas).

Hojas de control: para la validación de limpieza, el operario o mecánico debe llenar el formato LPEI01 control de limpieza realizada en los equipos y áreas de trabajo.

Normas: las rutinas de limpieza se realizarán en la frecuencia y tiempo programado, es importante no demorar en las actividades.

Continuación de la tabla X.

INSTRUCTIVOS DE MANTENIMIENTO
<p>Inspección: el inspector de calidad realiza una rutina de inspección aleatoria a los equipos que se les realizó la limpieza, verificando si se realizó de manera correcta y cumple con los niveles de inocuidad.</p>
<p>Insumos y equipos:</p>
<ul style="list-style-type: none">• Mangueras• Escalera• Wipe• Sanitizante y desinfectante (grado alimenticio)• Bolsas para basura• Escoba• Trapeador• Guantes• Mascarilla• Lentes• Botas de hule• Arnés• Redecilla
<p>Ejecución</p>
<ul style="list-style-type: none">• Manómetros, Superficie de Filtros y lámparas UV<ul style="list-style-type: none">○ Utilice guantes y mascarilla.○ Inicie la limpieza de arriba hacia abajo.○ Pase wipe sobre toda la superficie del equipo para eliminar todo tipo de suciedad.○ Rocíe el líquido para brillo de acero inoxidable en la superficie de los equipo y frote con un wipe hasta que limpie todo el equipo.○ Anote la realización de la limpieza en el formato.
<p>Frecuencia: Esta actividad se realiza una vez a la semana.</p>
<p>Nota: Verifique que los manómetros estén en buenas condiciones, que no se</p>

Fuente: elaboración propia.

Figura 25. **Equipo de presión de la lavadora**



Fuente: elaboración propia.

- Bombas
 - Precaución: verificar que las bombas no estén funcionando y que no serán activadas por alguien mientras se está realizando la limpieza.
 - Utilizar guantes y mascarilla.
 - Pasar *wipe* sobre toda la superficie de la bomba para eliminar el polvo.
 - Anotar la realización de la limpieza en el formato.

Frecuencia: esta actividad se realiza por lo menos una vez a la semana

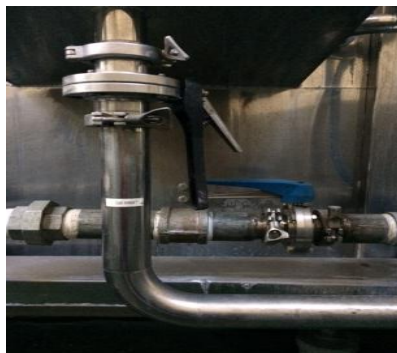
- Tuberías galvanizadas y PVC
 - Utilizar guantes y mascarilla
 - Pasar el *wipe* a lo largo de la tubería

- Limpiar las uniones entre tubería pasando el *wipe* alrededor de toda la unión.
- Anotar la realización de la limpieza.

Frecuencia: esta actividad se realiza por lo menos una vez a la semana

Nota: verificar que las tuberías estén en buenas condiciones y no existan fugas o cualquier otro desperfecto. Si encuentra alguna anomalía notifíquela a su Supervisor de Mantenimiento.

Figura 26. **Tuberías galvanizadas**



Fuente: elaboración propia.

- Bases de filtros
 - Utilizar guantes y mascarilla
 - Aplicar removedor de suciedad sobre la base de los filtros
 - Utilizar una escoba y barra la base de cemento de los filtros
 - Anotar la realización de la limpieza en el formato

Frecuencia: esta actividad se realiza por lo menos una vez a la semana

Nota: verificar que las bases de los filtros estén en buenas condiciones, sin rajaduras o cualquier otro desperfecto. Si encuentra alguna anomalía notifíquela a su supervisor de mantenimiento.

Figura 27. **Base de filtros purificadores**



Fuente: elaboración propia.

- **Espumado de líneas de llenado**

Esta actividad es responsabilidad del operador de línea y auxiliares de línea.

- En el depósito de mezcla de la bomba dosificadora, con una capacidad de 23 L, agregue 1 litro del químico y 22 litros de agua.
- Antes de iniciar con el espumado, el laboratorista se debe hacer un hisopado para reportar el contenido microbiológico de las superficies de las líneas.

- La presión de aire de la bomba dosificadora debe de ser de 30 psi.
- Aplicar el químico con la pistola a presión sobre todas las superficies y deje un tiempo de contacto de 5 minutos.
- Pasado el tiempo de contacto, remueva la espuma con la hidrolavadora.
- Arrastrar el agua y espuma en el piso hacia los drenajes dentro de las líneas.
- Avisar al laboratorista para que realice un hisopado, con el objetivo de verificar que el contenido microbiológico haya disminuido o eliminado.
- Anotar la realización del espumado en el formato.

Frecuencia: esta actividad se realiza una vez a la semana, cada primer día laboral de la semana.

Nota: el espumado se realiza en las líneas de producción, que deben aplicarse a las paredes y piso de los cuartos de línea, lavadora, llenadora, bandas transportadoras y taponadora.

- Techo y lámparas
 - Utilizar mascarilla, lentes y guantes
 - Utilizar la escalera colocándola en una superficie firme y segura, para evitar riesgo de accidente.

- Verificar que las lámparas estén apagadas al momento de realizar la limpieza.
- Limpiar utilizando una escoba para el techo y *wipe* para las lámparas.
- Levantar el polvo o residuos que esta sobre las superficies.
- Limpiar el interior de la lámpara y pantalla.
- Anotar la realización de la limpieza en el formato.

Frecuencia: esta actividad se realiza por lo menos una vez a cada tres meses.

- Paredes

- Utilizar botas de hule, mascarilla y guantes
- Conectar la manguera a una fuente de agua cercana al lugar a limpiar.
- Conectar la bomba de lavado a presión al tomacorriente más cercano del área a limpiar.
- Encender la bomba y aplique agua a presión hacia el área de la pared a lavar.
- Utilizar una escoba para restregar el área hasta eliminar la suciedad.

- Utilizar un jalador de agua para llevar el agua derramada en el piso hacia el drenaje más próximo y limpie toda el área hasta dejarla completamente seca y sin charcos.
- Anotar la realización de la limpieza.

Frecuencia: esta actividad se realiza por lo menos dos veces al año.

- Ventanas

- Utilizar guantes y mascarilla
- Rociar líquido limpiador de ventanas, en una sección de la ventana.
- Limpiar la ventana utilizando el lado de esponja de un jalador de agua pequeño.
- Quitar el exceso de líquido con el jalador usando el borde de hule.
- Anotar la realización de la limpieza en el formato.

Frecuencia: esta actividad se realiza por lo menos una vez cada 3 meses.

- Piso

- Barrido
 - Utilizar guantes y mascarilla
 - Usar una escoba para recoger el polvo o algún otro residuo

- Trapeado
 - Realizar esta actividad después de barrer el piso según procedimiento descrito anteriormente.
 - Llenar un exprimidor con agua y humedezca el trapeador.
 - Limpiar uniformemente el área con el trapeador.
 - Limpiar el trapeador en el exprimidor las veces necesarias hasta terminar de trapear el área.
 - Anotar la realización de la limpieza en el formato.

Frecuencia: esta actividad se realiza una vez al día.

Nota: verificar que los techos, lámparas, paredes, ventanas y pisos estén en buenas condiciones sin rajaduras, quemadas, sin agujeros, filtraciones o cualquier otro desperfecto. Si encuentra alguna anomalía notifíquela a su supervisor de producción o mantenimiento.

Figura 28. **Piso de planta de producción**



Fuente: elaboración propia.

2.5.3.3. Lubricación

La lubricación en los equipos asegura que trabajen sin tener desgastes y fallas por deterioro del mismo. Es importante en el mantenimiento planificado que se detalle la aplicación de lubricación a cada mecanismo de los equipos y que tipo de lubricante se debe utilizar, según la necesidad que requieren los mecanismos en movimiento de cada equipo de producción.

Las actividades de lubricación son responsabilidad de los mecánicos de turno y los operadores de producción. Como mantenimiento autónomo se involucra parte del personal operativo, asignando un equipo que se encargara que tenga una lubricación suficiente y adecuada para obtener condiciones óptimas en los equipos.

A continuación, en la tabla XI se presenta el procedimiento de lubricación para cada equipo y maquinaria de la planta de producción.

Tabla XI. **Procedimiento de lubricación a los equipos de producción**

BEBIDAS ENVASADAS S.A.	LUBRICACIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPO	Edición No.:01
Departamento: Producción		
<p>Propósito</p>		
<p>Definir el procedimiento necesario para asegurar condiciones adecuadas de lubricación a los mecanismos que lo requieren de los equipos y maquinaria de producción, evitando desgastes y deterioro temprano de piezas que son indispensables para el funcionamiento del equipo.</p>		
<p>Alcance</p>		
<p>Aplicar el mantenimiento de lubricación al equipo que mantiene movimiento constante durante los procesos de producción, controlando la fricción y altas temperaturas que se pueden generar al estar los equipos en funcionamiento, los mecanismos a lubricar son:</p>		
<ul style="list-style-type: none"> ● Cadenas. ● Cojinetes y chumaceras. ● Engranajes helicoidales y rectos. ● Varillas y cilindros. ● Bandas transportadoras.. ● Generadores. ● Cajas reductoras. 		

Continuación de la tabla XI.

Responsables

- Supervisor de mantenimiento: supervisar la adecuada aplicación de lubricación a cada equipo.
- Mecánicos: ejecutar tareas de lubricación a los equipos asignados, para mantenerlos en buenas condiciones y confiabilidad.
- Operadores de producción: realizar una inspección del estado de lubricación en su equipo asignado y notificar al mecánico si considera la necesidad de lubricar la zona afectada.

Desarrollo

Las actividades de lubricación se realizan en tiempos programados, cada equipo y maquinaria que requiere de lubricación tiene asignado un mecánico para atender las necesidades y asegurar buenas condiciones, mejorando el rendimiento y disponibilidad de los equipos y maquinaria.

Normas: toda actividad de lubricación se debe realizar cuando el equipo y maquinaria no este puesto en marcha, logrando ejecutar mejor la tarea y evitar accidentes.

Norma de uso del equipo



Continuación de la tabla XI.

Hojas de control: cada actividad realizada de lubricación a los equipos, se anotará en el registro de actividades de mantenimiento preventivo MPPM17. El mecánico será el encargado de anotar la ejecución de la tarea asignada y notificarle al supervisor de mantenimiento.

Insumos y equipos:

- Wipe
- Guantes
- Mascarilla
- Lentes
- Redecilla
- Engrasadora manual

Lubricantes

La aplicación de lubricante a los diferentes mecanismos de los equipos de producción, debe de cumplir con ciertas características para evitar contaminación y alteraciones con el producto, estas son:

- Lubricante grado alimenticio.
- No generar olores fuertes.
- Repeler el exceso de agua y humedad de las superficies.
- Adherencia a cualquier superficie metálica o plástica.

Tipos de lubricantes

- Aceite lubricante en spray para cadenas.
- Aceite para compresores SRF 1/4000.
- Lubricantes para bandas transportadoras.
- Grasa sintética.
- Aceite SAE 140.

Continuación de la tabla XI.

INSTRUCTIVOS DE MANTENIMIENTO

- **Cadenas**

- Utilice guantes y mascarilla.
- Rocíe el aceite directamente y uniformemente a las cadenas o resortes, utilizando la varilla del spray.
- Limpiar exceso de aceite, evitando goteos o salpicaduras en otras superficies.
- Anote la realización de lubricación de cadenas al equipo en el formato establecido.

Frecuencia: Esta actividad se realiza una vez a la semana.

Nota: Verifique que se encuentren en buenas condiciones los pasadores y rodillos, sin oxido o corrosión.

Lubricación de cadenas



- **Cojinetes y chumaceras**

- Utilice guantes y mascarilla.
- Coloque un tubo de grasa en la engrasadora manual y bombear hasta que salga la grasa en la manguera.
- Coloque la boquilla de la manguera de la engrasadora manual, en la grasera del cojinete o chumacera.
- Bombear la engrasadora para aplicar la grasa y detenerse hasta que salga el exceso de grasa en el orificio de alivio del cojinete o chumacera.
- Limpiar el exceso de grasa en el contorno de la superficie de la grasera y orificio de cojinete o chumacera.
- Anote la realización de lubricación en el formato.

Continuación de la tabla XI.

Frecuencia: Esta actividad se realiza una vez a la semana.

Chumacera de los equipos



- **Engranajes helicoidales y rectos**

- Utilice guantes y mascarilla.
- Aplique directamente uniformemente la grasa a los dientes de los engranajes hasta cubrir cada uno.
- Limpiar residuos o exceso de grasa.
- Anote la realización de la lubricación en el formato.

Frecuencia: Esta actividad se realiza una vez a la semana.

Nota: Verifique que no exista un diente roto o desgaste en los engranajes, si existe algún desperfecto notificar a supervisor de mantenimiento.

Cojinete helicoidal de llenadora



Continuación de la tabla XI.

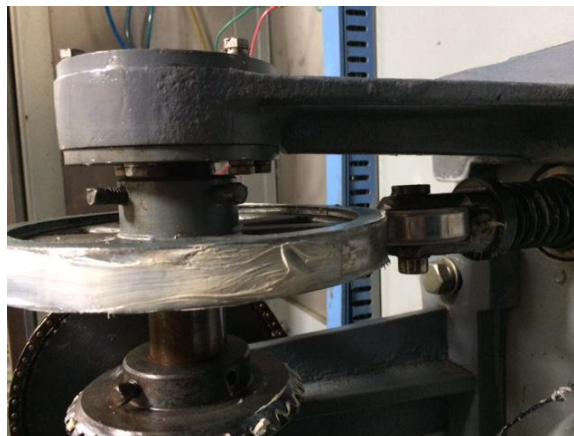
- **Varillas, cilindros y rodamientos**

- Utilice guantes y mascarilla.
- Aplique la grasa en el contorno de las superficies de las varillas de la lavadora y cilindros de la llenadora.
- Limpiar residuos y excesos en el área aplicada.
- Anote la realización de la lubricación en el formato.

Frecuencia: Esta actividad se realiza una vez a la semana.

Nota: Verifique las condiciones de los mecanismos que no tengan desgastes y tengan suficiente lubricación.

Mecanismo de empuje de llenadora



- **Bandas transportadoras**

- Verificar el nivel en el depósito de lubricante para bandas transportadoras.
- Abrir el paso del dispensador de lubricante de cada banda transportadora.
- Verificar que el rociador este aplicando directamente a las bandas transportadoras.

Frecuencia: Esta actividad se realiza a diario.

Continuación de la tabla XI.

Rociador de lubricación a banda transportadora



- **Generadores y cajas reductoras**

- Utilice guantes y lentes
- Verificar el nivel y el estado del aceite.
- Nivelar si hace falta
- Si el aceite ya no cumple con las condiciones requeridas de trabajo, realizar cambio completo, desechando el aceite.
- Colocar aceite nuevo y anotar la fecha de servicio al equipo.

Frecuencia: el chequeo de niveles se realiza una vez cada dos semanas, y si necesita un servicio de aceite se realiza en las rutinas de mantenimiento preventivo

Generador de cuarto de maquinas

Fuente: elaboración propia, información recopilada en archivos del departamento de mantenimiento e investigación de campo.

2.5.4. Formatos de registro

Para el registro de actividades de mantenimiento, seguimiento del programa de mantenimiento y control del estado de los equipos, es necesario establecer formatos de registro.

Se diseñaron formatos de control del equipo, inspección y limpieza para las diferentes áreas de la planta de producción, ayuda a validar la ejecución de cada actividad establecida en el programa de mantenimiento y actividades emergentes que deben realizarse mantenimientos correctivos.

Las actividades de inspección se anotan en los formatos INEQ01 y INEQ02, se lleva el control de rangos de variables que deben tener algunos equipos, si cumplen las condiciones óptimas que necesita para el funcionamiento durante la producción.

En las tablas XII y XIII, se muestran los formatos utilizados para el control de inspecciones a los equipos.

Tabla XII. Formato de inspección de equipos núm. 1

Departamento: Producción		Inspección de Equipos			Encargado de Inspección:	
Fecha y hora:					Turno:	
Anote los resultados de cada inspección a los equipos indicados y coloque observaciones o acciones correctivas si existe alguna inconformidad						
AREA DE PRODUCCIÓN	Rango	Medición	Unidad Medida	OBSERVACIONES		
Linea envasado Garrafón						
Temperatura Lavadora	55 a 70		°C			
Presión Bomba Detergente Lavadora (Alta - Baja)	35 a 50		PSI			
Presión Bomba de Cloro Lavadora (Alta - Baja)	20 a 35		PSI			
Estado de fajas y cojinetes	Desgaste Si/No		Inspección			
Estado de Chorros Lavadora	Funcionan Si/No		Inspección			
Estado de lubricación y Engrase Equipo	Normal/Seco		Inspección			
Inspección de fugas en tuberías	Si/No		Inspección			
Funcionamiento de sensores	Si/No		Inspección			
Sistemas electricos neumaticos e hidraulicos	Funcionan Si/No		Inspección			
Lamparas Cuarto Embotellado/ Vidrios	OK / No Rotos		Inspección			
Observaciones:						
Revisión Supervisor de Mantenimiento				Fecha y Hora Revisado		

Fuente: elaboración propia, empleando información proporcionada por la empresa.

Tabla XIII. Formato de inspección de equipos núm. 2

Departamento: Producción		Inspección de Equipos		Encargado de Inspección:	
Fecha y hora:				Turno:	
Anote los resultados de cada inspección a los equipos indicados y coloque observaciones o acciones correctivas si existe alguna inconformidad					
AREA DE PRODUCCIÓN	Rango	Medición	Unidad Medida	OBSERVACIONES	
Linea de envasado en botella PET					
Estado de lubricación y Engrase Equipo	Normal/Seco		Inspección		
Desgastes en bandas transportadoras y cojinetes	Si/No		Inspección		
Funcionamiento de sensores	Si/No		Inspección		
Estado de chorros lavadora	Limpia / Sucia		Inspección		
Lamparas Cuarto Embotellado/ Vidrios	OK / No Rotos		Inspección		
Temperatura del Horno	190 a 215		°C		
Linea de envasado en bolsa					
Estado de Lubricación y Engrase Equipo Lineas	Normal/Seco		Inspección		
Verificación Lámparas Germicidas Lineas 3 y 5	Funcionan Si/No		Inspección		
Horómetro de la línea	0 a 9000		hrs		
Estado de sellos verticales y horizontales	Funcionan Si/No		Inspección		
Estado de las cuchillas	Funcionan Si/No		Inspección		
Observaciones:					
Revisión Supervisor de Mantenimiento			Fecha y Hora Revisado		

Fuente: elaboración propia, empleando información proporcionada por la empresa.

En la tabla XIV, se muestra el formato de control de limpieza para las instalaciones del área de producción y equipos.

Tabla XIV. **Formato de limpieza de instalaciones y equipos**

Departamento: Producción		Limpieza de Equipos e instalaciones de Área de Producción		Responsable:
Fecha y hora:				Firma:
Instrucciones: Marque en las casillas de cumplimiento si las condiciones de limpieza fue realizada y anote en observaciones o acciones correctivas si existe inconformidad.				
INSTALACIONES GENERALES DE PLANTA DE PRODUCCIÓN				
INSTALACIONES	CUMPLIMIENTO		OBSERVACIONES/ACCIONES CORRECTIVAS	
	SI	NO		
Techo				
Lámparas				
Paredes				
Ventanas				
Piso				
EQUIPO				
Filtros				
Manómetros				
Bombas				
Manómetros				
Motores				
Tanques				
Tuberías				
Bases Acero Inoxidable				
Lamparas UV				

OBSERVACIONES:

Fuente: elaboración propia, empleando información obtenida en la empresa.

2.5.5. Indicadores

En la aplicación de la planificación de TPM para la planta de producción, se dio seguimiento de mejoras en actividades de mantenimiento, para aumentar la eficiencia global de equipos para la planta de producción.

En la tabla XV, se muestra una comparación de la eficiencia global de equipos con la situación actual que se analizó y cuál fue el resultado con la nueva eficiencia analizada, aplicando parte de la propuesta de TPM para la planta de producción.

Tabla XV. **Resultados de eficiencia global de equipos**

Lineas de Producción	Noviembre Diciembre 2017 Enero 2018	OEE = 65%			Marzo, 2018	OEE con TPM = 76%		
		Rendimiento	Disponibilidad	Calidad		Rendimiento	Disponibilidad	Calidad
		79,29 %	83,39 %	98,27 %		86,35 %	89,07 %	99 %

Fuente: elaboración propia, empleando investigación de campo.

El resultado final de la eficiencia global de equipos aumento y mejoro considerablemente, según los criterios de OEE se determina que está dentro de una eficiencia aceptable y se recomienda dar seguimientos de mejoras a la gestión productiva y atención a los equipos según a la propuesta de mantenimiento productivo total.

2.5.6. Costo de implementación

Para la implementación de un mantenimiento productivo total en la planta de producción es necesario estimar el costo de los recursos a utilizar como materiales y herramientas que ayudan a mejorar actividades de conservación de los equipos, la planificación de mantenimiento y capacitación al personal operativo.

En la tabla XVI, detalla los costos de asesoría del diagnóstico y planificación de TPM para la planta de producción.

Tabla XVI. **Costos de asesoría a la introducción de TPM en la planta de producción de la empresa**

Asesoría de introducción al TPM			
Descripción	Duración (meses)	Costo mensual	Costo total
Diagnostico de situación actual	3	Q 1 500,00	Q 4 500,00
Asesoría de iniciación y propuesta de implementación de TPM	3	Q 1 000,00	Q 3 000,00
Total costo de asesoría			Q 7 500,00

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XVII detalla los costos de capacitaciones sobre la introducción y aplicación del TPM a los equipos y gestión del mantenimiento.

Tabla XVII. **Costos de capacitaciones de TPM**

Costos de capacitaciones		
Tema	Horas requeridas	Costo
Introducción e implementación de mantenimiento productivo total	3	Q 1 500,00
5'S en el puesto de trabajo	1	Q 1 200,00
Costo total de capacitaciones de TPM		Q 2 700,00

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XVIII, se muestra el listado de materiales e insumos que necesita complementar la empresa para el suministro de materiales que se requieren para la correcta aplicación de un mantenimiento productivo total a los equipos.

Tabla XVIII. **Costos de materiales e insumos para la implementación de TPM**

Costo de materiales e insumos			
Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Bola de wipe	260	Q 5,00	Q 1 300,00
Escobas	14	Q 15,00	Q 210,00
Manguera 1/2'' 20 metros	1	Q 340,00	Q 340,00
Pizarra	1	Q 140,00	Q 140,00
Cubeta	3	Q 20,00	Q 60,00
Brocha de 2''	6	Q 12,00	Q 72,00
Gafas protectoras	30	Q 17,00	Q 510,00
Impresión de croquis de zonas de mantenimiento	6	Q 3,00	Q 18,00
Impresiones de copias controladas de los procedimientos de mantenimiento	40	Q 1,00	Q 40,00
Cuchillas	4	Q 23,00	Q 92,00
Reloj temporizador	3	Q 60,00	Q 180,00
Aceite grado 460 *recomendado	6	Q 584,00	Q 3 504,00
Grasa grado No. 68 *recomendado	30	Q 370,00	Q 11 100,00
Costo total de materiales e insumos			Q 17 566,00

Fuente: elaboración propia.

3. FASE DE INVESTIGACIÓN. PROPUESTA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

3.1. Análisis del consumo de energía en la empresa

El análisis de la situación actual de la eficiencia energética de la empresa se diagnóstica elementos y condiciones deficientes que no favorecen el ahorro de energía para la empresa y posibles daños al medio ambiente al utilizar de manera inadecuada los recursos.

La empresa tiene equipos que demandan un alto consumo de energía para su funcionamiento. Evitar o regular la operación del consumo de energía de los equipos implica disminuir su rendimiento.

3.1.1. Consumidores

En el análisis del consumo de energía en las instalaciones de la empresa, se buscaron deficiencias en diferentes áreas. Se realizó un estudio de las condiciones ambientales en que utilizan la energía, como se aprovecha el recurso y si tienen cultura de ahorro energético y uso de los recursos naturales como la luz solar.

Carecen de prácticas de ahorro energético y elementos de iluminación que reduzcan el consumo de energía.

En la tabla XIX se muestra los elementos y condiciones de consumidores de energía por cada área o departamento analizado.

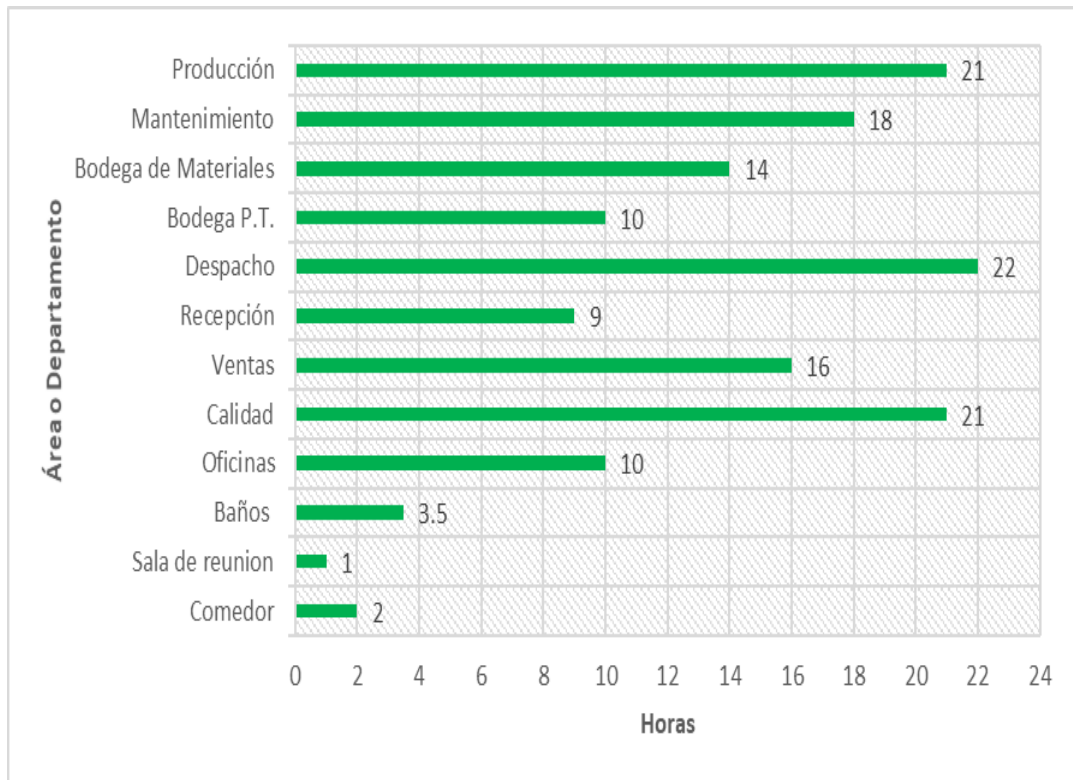
Tabla XIX. **Consumidores de energía por departamento**

Área o departamento	Consumidores	Tiempo de energía utilizada
Producción	<ul style="list-style-type: none"> • Equipos • Iluminación artificial • Ventilación • Combustión • Calefacción 	21 horas/día
Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Iluminación artificial • Herramientas eléctricas • Equipos de soldadura 	18 horas/día
Bodega	<ul style="list-style-type: none"> • Iluminación artificial • Equipo de cómputo • Transporte 	14 horas/día
Despacho	<ul style="list-style-type: none"> • Iluminación artificial • Equipo de cómputo • Refrigeración • Transporte 	22 horas/día
Recepción	<ul style="list-style-type: none"> • Iluminación artificial • Refrigeración • Equipo de cómputo e impresión 	9 horas/día
Ventas	<ul style="list-style-type: none"> • Iluminación artificial • Equipo de cómputo 	16 horas/día
Calidad	<ul style="list-style-type: none"> • Iluminación artificial • Equipo de cómputo • Refrigeración • Aire acondicionado • Equipos de análisis 	21 horas/día
Oficinas	<ul style="list-style-type: none"> • Iluminación artificial • Equipo de cómputo e impresión 	10 horas/día
Baños	<ul style="list-style-type: none"> • Iluminación artificial • Calefacción • Secadores 	3.5 horas/día
Sala de reuniones y comedor	<ul style="list-style-type: none"> • Iluminación artificial • Ventilación • Electrodomésticos 	3 horas/día

Fuente: elaboración propia, empleando información recopilada en estudio de campo.

En la figura 29 se muestran las áreas que demandan mayor uso de energía durante el día.

Figura 29. **Áreas de mayor uso de energía durante el día**



Fuente: elaboración propia, empleando información recopilada en estudio de campo.

Las áreas diagnosticadas con deficiencia energética son:

- Pasillos con luz artificial encendida durante el día y la presencia del personal por la zona es poca. El área es una zona de paso y no se realizan actividades que requieran iluminación constante durante el día.

La figura 30 muestra el pasillo de la empresa donde se mantiene la luz encendida sin presencia de personal.

Figura 30. **Pasillo de las instalaciones de la empresa**



Fuente: elaboración propia.

- No se aprovecha la iluminación natural en áreas de oportunidad de utilizarla. No se utiliza por falta de cultura de ahorro energía de la empresa y las condiciones de las instalaciones no permiten el paso de la iluminación solar, por ejemplo: ventanas tapadas, cuartos mal acondicionados con su inmobiliario.

En la figura 31 se muestra el salón de capacitaciones y reuniones, sin aprovechar en su totalidad la iluminación natural existiendo oportunidad de utilizarla.

Figura 31. **Bajo aprovechamiento de iluminación natural**



Fuente: elaboración propia.

- La iluminación artificial de las instalaciones se utilizan lámparas incandescentes. Este tipo de lámpara generan mayor consumo de energía y su área de alumbrado es poca lo cual se necesita de la instalación de varias en una oficina. La vida de utilidad es menor a otras tecnologías actuales. Es importante sustituir los equipos de iluminación a otros más eficientes para reducir los costos del consumo de energía.
- Oficinas y zonas de paso oscuras por mal acondicionamiento del área y requieren de iluminación artificial durante la jornada laboral. Las malas condiciones que lo generan son paredes y techos con pintura de tono

oscuro. Se debe re acondicionar las áreas con colores más claros que hacen un clima iluminado sin necesidad de utilizar la iluminación artificial.

- Poca cultura de ahorro de energía por parte del personal de la empresa. Mantienen encendidos equipos e iluminación sin ser utilizados o que esté presente la persona en la zona. Generando la pérdida de este recurso como un costo para la empresa y daños al medio ambiente.

En la figura 32 se muestra la luz encendida en las oficinas utilizando la iluminación en cada área de trabajo sin presencia del personal.

Figura 32. **Poca cultura de ahorro energético**



Fuente: elaboración propia.

- Iluminación artificial mal distribuida: el diseño de la iluminación es importante para tener la cantidad suficiente de lámparas y la distancia que debe estar una de la otra, para una correcta distribución de iluminación, la finalidad es evitar tener una oficina donde hace falta iluminación o se excede.

3.1.2. Costo del consumo

El costo de la energía eléctrica de la empresa equivale al consumo de cada equipo de producción, aparatos eléctricos y la iluminación de las instalaciones de la empresa.

En la tabla XX se detalla el historial del consumo de energía eléctrica en la empresa.

Tabla XX. **Historial de consumo de energía eléctrica**

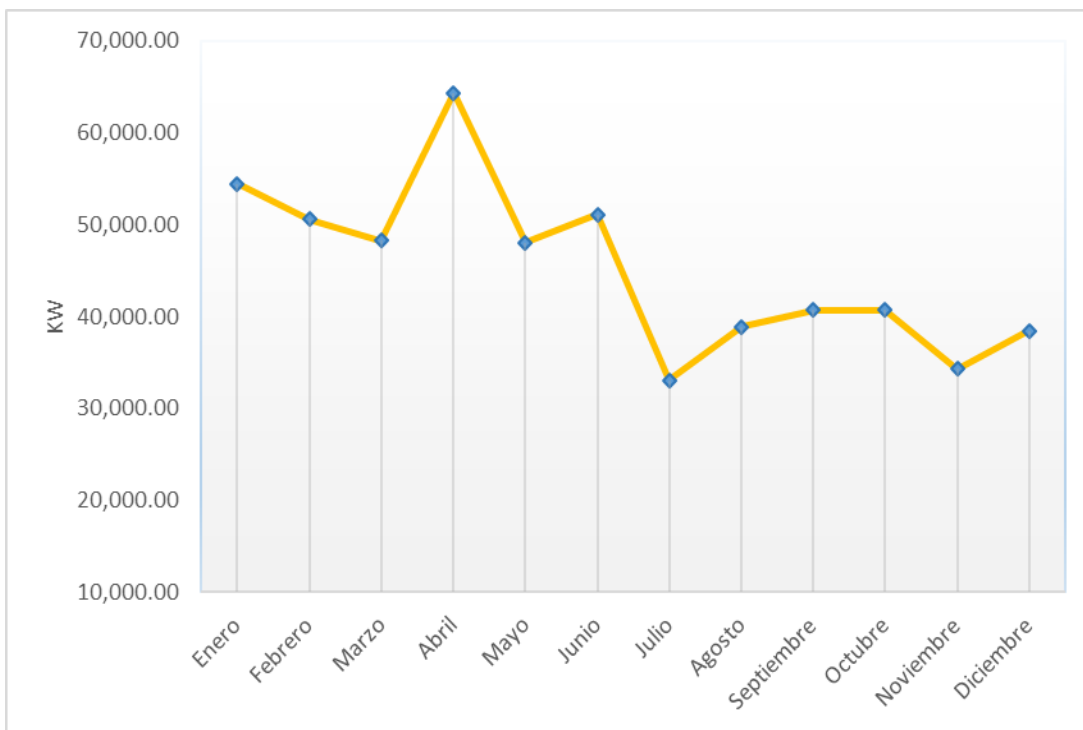
Mes	Consumo kW/mes	Costo
Enero	54 469,4	Q 45 754,29
Febrero	50 573,4	Q 42 481,66
Marzo	48 271,6	Q 40 548,14
Abril	64 329,1	Q 54 036,48
Mayo	48 091,7	Q 40 397,00
Junio	51 113,1	Q 42 935,00
Julio	33 063,9	Q 27 773,66
Agosto	38 865,3	Q 32 646,86
Septiembre	40 717,86	Q 34 203,00
Octubre	40 690,86	Q 34 180,32
Noviembre	34 313,04	Q 28 822,95
Diciembre	38 494,05	Q 32 335,00

Fuente: elaboración propia.

La figura 33 muestra el comportamiento del consumo de energía en la empresa. En los primeros meses aumenta la demanda del consumo debido a

que la empresa tiene su mayor producción y demanda del producto, por la época de verano. Las actividades y uso de los equipos aumentan para atender las demandas de los clientes.

Figura 33. **Consumo de energía de la empresa**



Fuente: elaboración propia.


3.2. **Plan de ahorro energético**

Con las oportunidades de mejora detectadas en el análisis de eficiencia energética de la empresa, se detallan a continuación las actividades y recursos necesarios para su implementación:

- Detección de ocupación de área de trabajo: utilizando sensores que detectan el movimiento se garantiza activar la iluminación cuando se requiera y sea necesaria. Este sistema detectará cuando exista presencia del personal y encenderá la iluminación automáticamente cuando el nivel de luz ambiental sea insuficiente, para desempeñar las tareas que realizan en la empresa. Proyecta un nivel de reflectancia según la necesidad y requerimiento del área en que se desarrolla una actividad. Su aplicación debe ser en las siguientes áreas de la empresa:
 - Sala de recepción
 - Oficinas de ventas
 - Área de despacho de producto
 - Zonas de paso, planta baja
 - Pasillo del laboratorio de calidad

En la tabla XXI se presenta la especificación técnica del sensor de iluminación ideal para las instalaciones.

Tabla XXI. **Sensor de movimiento para iluminación**

	Rango de detección: 360°
	Altura de instalación: 2,5 – 4 metros
	AC: 220 – 240 V.
	Detección velocidad de movimiento: 0,5 – 1,5 m/s

Fuente: elaboración propia.

- Iluminación natural en áreas de trabajo de la empresa: en las instalaciones de la empresa existen áreas de aprovechamiento de la luz natural. En varias oficinas y área industrial tienen consideración de tragaluces y ventanas. Actualmente parte del personal no aprovecha esta oportunidad de utilizar un recurso natural cuando se pueda utilizar.

Se debe capacitar a todo el personal en utilizar la iluminación natural y reducir el uso de la iluminación artificial cuando no sea requerida.

Las ventajas para la empresa y su personal en adoptar esta modalidad de iluminación y uso del recurso son: No genera ningún costo por utilizarla, menor cansancio a la vista, crear un bienestar con el exterior a través de una ventana mejorando el rendimiento de las actividades que se desempeñan.

La aplicación de esta actividad debe ser en las siguientes áreas de la empresa:

- Comedor/cafetería: responsabilidad de todo el personal que use la instalación, considerar el uso de las ventanas.
- Oficinas administrativas: responsabilidad de jefes de área y supervisores de turno que ocupan la oficina. Considerar el uso de ventanas.
- Planta de producción: responsabilidad del supervisor y operarios, considerar desempeñar sus actividades cuando se pueda aprovechar la luz solar a través de los tragaluces instalados en el techo.

- Bodega de producto terminado: Responsabilidad del encargado de bodega y operador de montacargas, complementar la iluminación artificial a la bodega solo si es necesaria, considerar uso de tragaluces.
- Área de soldadura y mantenimiento: responsabilidad del soldador y mecánicos, utilizar la iluminación artificial en horas que no exista presencia de luz natural.
- Iluminación natural prismática: la instalación y uso de tragaluces prismáticos en los techos y paredes ayuda a mejorar la calidad de iluminación natural, proyectando mejor reflectancia, disminución de calor en áreas de trabajo. La aplicación de tragaluces prismáticos debe ser en la planta de producción, bodega de materiales y bodega de producto terminado. Será un beneficio para la empresa al mejorar el ambiente de la instalación y oportunidad de ahorro de energía durante el día.

En la tabla XXII se presenta la especificación técnica de un tragaluz prismático y áreas de aplicación en las instalaciones de la empresa.

Tabla XXII. **Domo prismático iluminación natural**

	Especificaciones técnicas	Áreas de aplicación
	Iluminación natural	Techo planta de producción
	Protección rayos UV	Techo bodega producto terminado
	Altura de instalación: 4 - 12 m	Techo bodega de materiales
Nivel de iluminación: 300 - 1000 lux	Techo carga de producto	

Fuente: elaboración propia.

- Planificación de arranque de equipos de producción: el gerente de producción, supervisores de producción y mantenimiento deben planificar el arranque de los equipos con base a órdenes de producción solicitadas del día. En la planta de producción de la empresa existen equipos que requieren encenderse con anticipación, para su óptimo funcionamiento cuando se utilicen en la producción.

En la tabla XXIII se presenta los equipos que requieren encenderse antes comenzar la producción diaria.

Tabla XXIII. **Encendido de equipos de producción**

Equipo	Tiempo de preparación de encendido	Responsable
Lavadora de Garrafrones	Arranque con Diesel:50 minutos antes de iniciar producción. Arranque con gas:60 minutos antes de iniciar producción.	Mecánico de turno
Selladores de llenadora en bolsa	30 minutos antes de iniciar producción.	Operador de línea
Horno	50 min antes de iniciar producción.	Mecánico de turno

Fuente: elaboración propia.

- Ahorro de energía en equipos de cómputo e impresoras: utilizar en todas las computadoras e impresoras de la empresa la modalidad de ahorro de energía que recomienda el proveedor.
- Capacitación de cultura de ahorro energético: promover y fortalecer técnicas y hábitos al personal en el uso eficiente de energía de las

instalaciones y equipos de la empresa. Reducir costos innecesarios por malas prácticas del uso de recursos de energía utilizados en la empresa. La capacitación se puede hacer de forma conjunta con las diferentes áreas, los temas a tratar serian la importancia económica y ambiental del ahorro de energía y las acciones que se pueden realizar desde el lugar de trabajo, estas pueden ser:

- Apagar el computador cuando no se utilice o al salir de la oficina
 - Desconectar equipos eléctricos en ausencia del puesto de trabajo
 - Apagar las luces al salir o cuando no se necesite
 - Mantener las oficinas acondicionadas con colores claros evitando utilizar todo el tiempo iluminación artificial.
 - Aprovechar la iluminación natural, abriendo ventanas y cortinas.
 - Mantener limpios los tragaluces y ventanas para permitir mejor el paso de la luz natural.
- Acondicionamiento de instalaciones: re organizar y despejar oficinas, bodegas y áreas que existan objetos que interrumpen el paso de luz solar y artificial por estar mal posicionados, causando oscuridad y no utilizar eficientemente los recursos.

Sin afectar el rendimiento de la empresa adoptar las actividades descritas anteriormente y recursos, utilizar principios de producción más limpia

que aporta a ser una empresa competitiva y comprometida al cuidado de la naturaleza y los ecosistemas.

3.3. Costo de la propuesta

Los costos estimados de la propuesta de eficiencia energética en la empresa, se contemplan elementos necesarios como materiales a utilizar en las instalaciones adoptando tecnologías más eficientes para el consumo, responsabilidad social empresarial por parte de todo el personal, lo que requiere adiestramiento al personal con técnicas para utilizar correctamente los recursos de la empresa y reducir el daño al medio ambiente que puede causar si no se administran o se manejan adecuadamente.

En la tabla XXIV se detallan los costos de la propuesta de eficiencia energética para la empresa.

Tabla XXIV. **Costos de propuesta eficiencia energética**

Recursos	Costo	Reducción de gasto energético (mensual)
Sensores de movimiento de iluminación	Q 900,00	Q 220,00
Coste de instalación de material <ul style="list-style-type: none"> • Pintura • Cortinas • Letreros 	Q 1 875,00	Q 215,00
Tragaluz prismático	Q 60 000,00	Q 1 084,00
Capacitación de ahorro de energía		Q 1 000,00
Mano de obra		Q 7 000,00
Coste de mantenimiento		Q 2 000,00

Fuente: elaboración propia.

4. FASE DE DOCENCIA. PLAN DE CAPACITACIÓN

4.1. Diagnóstico de necesidades de capacitación

El diagnóstico de necesidades de capacitación para la empresa se realizó con una evaluación a cada departamento. Se consideró importante cada habilidad y conocimiento que requiere el personal para mejorar su desempeño y desarrollo.

Se identificó que programan algunas capacitaciones durante el año, para fortalecer las habilidades y conocimientos del personal en temas requeridos para la inocuidad del producto y requerimientos de las certificaciones, además tienen capacitada una parte del personal como brigadistas en caso que se presente una emergencia en la empresa. Aunque ya se realizan algunos temas de capacitación siempre debe llevarse una actualización e identificar oportunidades de mejora con las capacitaciones para todas las áreas.

En la tabla XXV, se enlista los departamentos involucrados en el análisis de necesidades de capacitación y el personal que aportó información e identificación en sus procesos y personal a cargo que capacitaciones son necesarias incluirlas en el plan de capacitación.

Tabla XXV. **Departamentos involucrados en el diagnóstico de necesidades de capacitación**

Departamento	Encargado
Producción	Gerente de producción Supervisor de producción
Mantenimiento	Supervisor de mantenimiento
Calidad	Coordinadora de calidad
Bodega	Supervisor de bodega
Logística	Coordinador de logística
Ventas	Gerente de ventas
Despacho	Supervisor de despacho

Fuente: elaboración propia.

Para obtener resultados del diagnóstico de necesidades de capacitación, se utilizó un cuestionario (ver figura 34), que fueron completados por personal seleccionado y dueños del proceso. La información ayudó a evidenciar y tomar en consideración las observaciones y necesidades que el personal ha identificado en sus actividades diarias, y conoce que deficiencias y oportunidades de mejora existen de sus procesos y actividades.

Figura 34. **Cuestionario de necesidades de capacitación**

Cuestionario			
Necesidades de Capacitación			
Nombre:			
Puesto:		Departamento:	
Principales obstáculos de manejo de operación en las actividades que se realizan en el departamento			
Obstáculos o Deficiencias	Alta	Media	Baja
Conocimientos y habilidades que se deben fortalecer en el equipo a su cargo			
1			
2			
3			
4			
Conocimientos y habilidades que se deben fortalecer en el área de trabajo			
1			
2			
3			
4			
Indique que temas considera se deben fortalecer o incluir en el plan de capacitación			
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
Comentarios:			

Fuente: elaboración propia.

El listado de las necesidades de capacitación para la empresa se muestra en la tabla XXVI.

Tabla XXVI. **Listado de temas de capacitación**

Temas		Áreas de capacitación
1	Buenas prácticas de manufactura (BPM'S)	<ul style="list-style-type: none"> • Producción • Calidad • Bodega • Mantenimiento
2	Seguridad industrial	<ul style="list-style-type: none"> • Todas las áreas de la empresa
3	Primeros auxilios	<ul style="list-style-type: none"> • Producción • Mantenimiento • Bodega
4	Brigada de emergencia	<ul style="list-style-type: none"> • Producción • Calidad
5	Análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP)	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad • Producción • Mantenimiento
6	Manejo y cuidado de producto terminado	<ul style="list-style-type: none"> • Bodega • Ventas • Transporte
7	Mantenimiento productivo total (TPM)	<ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento • Producción
8	Manejo y control de plagas	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad
9	Manejo de quejas y reclamos	<ul style="list-style-type: none"> • Ventas • Calidad
10	Administración de abastecimiento y almacenes	<ul style="list-style-type: none"> • Bodega • Despacho
11	Manejo, administración y control de bodegas	<ul style="list-style-type: none"> • Bodega
12	Motivación para la fuerza de ventas	<ul style="list-style-type: none"> • Ventas
13	5'S en el puesto de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> • Todas las áreas de la empresa
14	Administración y planificación del tiempo	<ul style="list-style-type: none"> • Todas las áreas de la empresa
15	Técnicas de ventas	<ul style="list-style-type: none"> • Ventas
16	Técnicas de excelencia en atención al cliente	<ul style="list-style-type: none"> • Ventas
17	Liderazgo	<ul style="list-style-type: none"> • Jefaturas de las áreas de la empresa
18	Trabajo en equipo	<ul style="list-style-type: none"> • Todas las áreas de la empresa
19	Comunicación efectiva en el ámbito laboral	
20	Estructura organizacional y funciones del puesto de trabajo	

Fuente: elaboración propia.

4.2. Plan de capacitación

El plan de capacitación se elaboro según a los temas identificados de necesidades de capacitación para cada departamento de la empresa.

- Buenas practicas de manufactura.

Objetivo: asegurar y conocer las medidas de higiene personal y control de la inocuidad del producto y sea seguro para el consumo humano. Garantizar un producto de calidad y libre de contaminación.

Departamentos involucrados:

- Producción: supervisores de producción, operadores y auxiliares de producción.
- Mantenimiento: supervisor de mantenimeinto y mecánicos.
- Calidad: inspector y analista de calidad.
- Bodega: encargado y auxiliar de bodega.

Modalidad: curso de tecnicas de higiene personal y manejo adecuado del producto.

Numero de personas: 35.

Duración y frecuencia: 2 horas, 2 veces al año.

- Seguridad industrial

Objetivo: conocer las normas y acciones para prevenir accidentes laborales. Identificar condiciones inseguras y actos inseguros en los lugares de trabajo y actividades laborales.

Dirigido a todo el personal de la empresa:

- Modalidad: se impartirá un taller donde los participantes identifican situaciones de peligro y cómo resolverlas a partir de propias experiencias. Se realizan simulacros de evacuaciones de emergencias.
- Número de personas: 54.
- Duración y frecuencia: 3 horas, 2 veces al año.

- Primeros auxilios. brigada de emergencia

Objetivo: brindar atención inmediata al personal que sufra un accidente o emergencia mientras llega la ayuda especializada.

Departamentos involucrados:

- Producción: operadores de línea
- Mantenimiento: supervisor de mantenimiento
- Calidad: inspector de calidad
- Bodega: encargado de bodega

Modalidad: crear simulacros de atención a la víctima aplicando los adiestramientos enseñados por capacitadores especializados.

Numero de personas: 6.

Duración y frecuencia: 4 horas, 4 veces al año.

- Análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP)

Objetivo: capacitar al personal operativo para conocer los puntos críticos de control en los procesos de envasado y purificado.

Departamentos involucrados.

- Producción: supervisores de producción, operadores y auxiliares de producción.
 - Mantenimiento: supervisor de mantenimiento y mecánicos.
 - Calidad: inspector y analista de calidad.
 - Modalidad: curso dirigido al personal de la planta de producción, identificando peligros que afecten la inocuidad del producto. Conocer los límites de control y acciones correctivas.
 - Numero de personas: 32.
 - Duración y frecuencia: 90 minutos, 2 veces al año.
- Manejo y cuidado de producto terminado

Objetivo: orientar el personal en la manipulación de producto terminado, utilizando técnicas de cuidados del producto.

Departamentos involucrados:

- Bodega: operador de montacarga, despachadores y auxiliares de bodega.
- Ventas: vendedores de ruta.

- Transporte: pilotos.
 - Modalidad: adiestramiento de técnicas de manipulación en la carga y descarga del producto a la bodega y las unidades de transporte.
 - Numero de personas: 46.
 - Duración y frecuencia: 30 minutos, 1 vez al año.
- Mantenimiento productivo total (TPM)

Objetivo: eliminar pérdidas y defectos en la producción a través de una gestión de un mantenimiento planificado y adecuado para los equipos de producción garantizando la disponibilidad de los mismos y mejorar continuamente la eficiencia global de equipos.

Departamentos involucrados:

- Producción: supervisores de producción, operadores y auxiliares de línea.
- Mantenimiento: supervisor de mantenimiento y mecánicos.
- Calidad: inspector y anlista de calidad.
- Bodega: encargado y auxiliares de bodega.
- Modalidad: curso de gestión de mantenimiento a los equipos y maquinaria conociendo actividades de mejora continua y eliminación de pérdidas en la productividad.
- Numero de personas: 35.
- Duración y frecuencia: 90 minutos, 2 veces al año.

- Manejo y control de plagas

Objetivo: evitar contaminación al producto y área de trabajo, conociendo el tipo de plagas y peligros que se expone.

Departamentos involucrados:

- Calidad: inspector y analista de calidad
- Bodega: encargado de bodega
- Modalidad: instruir medidas preventivas para evitar la presencia de agentes contaminantes.
- Numero de personas: 4.
- Duración y frecuencia: 2 horas, 1 vez al año.

- Manejo de quejas y reclamos

Objetivo: desarrollar una actitud positiva frente a las quejas y reclamos que presentan los clientes.

Departamentos involucrados:

- Ventas: vendedores y despachadores
- Calidad: coordinador de calidad
- Modalidad: adiestramiento sobre atención al cliente y conocer acciones correctivas según el tipo de queja que se presenta.
- Numero de personas: 11.
- Duración y frecuencia: 1 hora, 1 vez al año.

- Administración de abastecimiento, manejo y control de bodegas

Objetivo: desarrollar técnicas y herramientas de almacenamiento adecuado que ayuden a tener la disponibilidad de suministros necesarios en tiempo y forma. Evitar desperdicios y caducidad del producto.

Departamentos involucrados:

- Bodega: encargado de bodega, despachadores y auxiliares de bodega.
- Modalidad: curso de técnicas de almacenamiento y adisetramiento de como utilizar las herramientas y tecnología.
- Numero de personas: 10.
- Duración y frecuencia: 3 horas, 1 vez al año.

- Motivación para la fuerza de ventas

Objetivo: facilitar conocimientos y principios de la dinámica de la motivación en las ventas.

Departamentos involucrados:

- Ventas: vendedores
- Modalidad: curso al personal motivando al aumento de las ventas.
- Numero de personas: 7.
- Duración y frecuencia: 5 horas, 1 vez al año.

- 5´S en el puesto de trabajo

Objetivo: conocer la metodología y técnicas para mantener un ambiente agradable, eficiente y seguro permitiendo el mejor desempeño de las actividades laborales.

- Dirigido a todo el personal de la empresa.
- Modalidad: taller de co – aprendizaje estableciendo estandares de orden, limpieza y disciplina en las áreas de trabajo.
- Numero de personas: 54.
- Duración y frecuencia: 1 hora, 1 vez al año.

- Administración y planificación del tiempo

Objetivo: el personal adquiera técnicas y herramientas de planificación del tiempo en sus actividades mejorando el desempeño laboral.

- Dirigido a todo el personal de la empresa.
- Modalidad: curso de tecnicas eficientes de la planificación y programación del tiempo.
- Numero de personas: 54.
- Duración y frecuencia: 4 horas, 1 vez al año.

- Técnicas de ventas y atención al cliente

Objetivo: mejorar continuamente la calidad de atención al cliente y alcanzar o incrementar las metas de ventas establecidas.

Departamentos involucrados:

- Ventas: vendedores.
 - Modalidad: curso de desarrollo de habilidades comerciales y motivación del vendedor.
 - Numero de personas: 7.
 - Duración y frecuencia: 90 minutos, 1 vez al año.
- Liderazgo y trabajo en equipo

Objetivo: desarrollar competencias fundamentales de liderazgo y trabajo en equipo. Realizar de forma entusiasta planes de acción y desempeño con responsabilidad en las diferentes áreas de trabajo.

- Dirigido a jefaturas de cada departamento.
 - Modalidad: conferencia de motivación y liderazgo de equipo.
 - Numero de personas: 6.
 - Duración y frecuencia: 3 horas, 2 veces al año.
- Comunicación efectiva en el ámbito laboral

Objetivo: conocer estrategias y técnicas de comunicación para lograr transmitir y entender el mensaje, teniendo clara la acción a realizar.

- Dirigido a jefaturas de cada departamento.
- Modalidad: curso de comunicación efectiva de las jefaturas al personal a cargo.
- Numero de personas: 6.
- Duración y frecuencia: 1 hora, 1 vez al año.

- Estructura organizacional y funciones del puesto de trabajo

Objetivo: conocer la estructura organizacional, objetivos y valores de la empresa. indicar las funciones que desempeña cada puesto de trabajo, las responsabilidades y derechos que tiene como colaborador.

- Dirigido al personal de nuevo ingreso.
- Modalidad: inducción general de la organización y puesto de trabajo.
- Duración: 1 hora.

En la tabla XXVII, se detalla la programación de capacitación anual. Cada tema se planifico con base a las necesidades y requerimeintos de capacitación que debe incluir en su programación la empresa.

Tabla XXVII. Programación de capacitación anual

Tema	Objetivo	Programación Anual de Capacitación											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Buenas practicas de manufactura (BPM'S)	Asegurar y conocer las medidas de higiene personal y control de la inocuidad del producto y sea seguro para el consumo humano. Garantizar un producto de calidad y libre de contaminación.		■						■				
Seguridad Industrial	Conocer las normas y acciones para prevenir accidentes laborales. Identificar condiciones inseguras y actos inseguros en las actividades laborales y lugares de trabajo.			■								■	
Primeros auxilios Brigada de Emergencia	Brindar atención inmediata al personal que sufra un accidente o emergencia mientras llega la ayuda especializada.	■			■			■			■		
Análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP)	Capacitar al personal operativo para conocer los puntos críticos de control en los procesos de envasado y purificado.				■						■		
Manejo y cuidado de producto terminado	Orientar el personal en la manipulación de producto terminado, utilizando técnicas.	■											
Mantenimiento productivo total (TPM)	Eliminar pérdidas y defectos en la producción a través de una gestión de un mantenimiento planificado y adecuado para los equipos de producción garantizando la disponibilidad de los mismos y mejorar continuamente la eficiencia global de equipos.						■						■
Manejo y control de plagas	Evitar contaminación al producto y área de trabajo, conociendo el tipo de plagas y peligros que se expone.						■						
Manejo de quejas y reclamos	Desarrollar una actitud positiva frente a las quejas y reclamos que presentan los clientes.		■										
Administración de abastecimiento. Manejo, administración y control de bodegas	Desarrollar técnicas y herramientas de almacenamiento adecuado que ayuden a tener la disponibilidad de suministros necesarios en tiempo y forma. Evitar desperdicios y caducidad del producto.		■										
Motivación para la fuerza de ventas	Facilitar conocimientos y principios de la dinámica de la motivación en las ventas.			■									

- TPM
 - Que es un TPM
 - Los objetivos que se deben alcanzar
 - Las pérdidas que se generan en los equipos
 - Involucramiento de todo el personal en actividades de conservación del equipo.
 - Mantenimiento preventivo y autónomo.
 - Política de TPM.
 - Actividades de inspección, limpieza y lubricación.

- 5´S
 - Objetivo
 - Definiciones
 - Estrategias de las 5´S
 - Casos reales de aplicación de actividades de 5´S en áreas de trabajo de la empresa.
 - Importancia del orden y ambiente agradable de trabajo.

Para mejorar la comprensión del tema se utilizó material visual y ejemplos evidenciados de condiciones y actividades por mejorar o aplicar para aumentar la eficiencia de la producción y confiabilidad de los equipos. Se comunica al personal el estado actual de sus actividades, procesos y como pueden aplicar directamente los conocimientos adquiridos de la capacitación en las actividades laborales que emplean a diario.

La capacitación de un mantenimiento productivo total para la planta de producción, se llevó a cabo en las instalaciones de la empresa en el salón de capacitaciones.

En las figuras 35 y 36, se muestra la capacitación de TPM impartida para el personal operativo, el primer grupo que corresponde al personal de mantenimiento y producción.

Figura 35. Capacitación de TPM



Fuente: elaboración propia.

Figura 36. **Presentación de TPM, primer grupo**



Fuente: elaboración propia.

En la figura 37, se muestra la capacitación de TPM al segundo grupo capacitado que corresponde al personal de calidad y bodega de materiales.

Figura 37. **Capacitación de TPM, segundo grupo**



Fuente: elaboración propia.

Al finalizar la capacitación se realizó una prueba corta a cada participante, para evaluar la comprensión del tema y logren aplicar los conocimientos adquiridos en sus actividades de trabajo.

En la figura 38, se muestra que el personal capacitado realiza completa su evaluación del tema impartido.

Figura 38. Evaluación de TPM



Fuente: elaboración propia.

4.4. Costos del plan de capacitación

Los costos a considerar en el plan de capacitación son:

- Capacitador: se requiere de una persona especializada en el tema y es necesario pagar por sus servicios prestados.

- Equipo e Instrumentos: son los equipos e instrumentos que se necesitan para el desarrollo de la capacitación y ofrecer un mejor aprendizaje hacia el personal. Pueden ser cañonera, computadora, bocinas, pizarrón.
- Material de capacitación: es necesario entregar al personal a capacitar materiales que ayuden a comprender y anotar información importante de la capacitación. Los materiales pueden ser folletos, cuadernillos y lapicero.
- Tiempo de capacitación al personal en horas laborales: importante establecer el tiempo de capacitación para programar dentro de las actividades laborales.
- Gestión de la capacitación: se desarrollan diferentes actividades desde la contratación del capacitador, lugar donde se llevará a cabo, transporte y alimentación si es necesaria.

La tabla XXVIII, muestra los costos del plan de capacitación anual para la empresa.

Tabla XXVIII. Costos del plan de capacitación

Capacitación	Costo
Buenas prácticas de manufactura (BPM'S)	Q 315,00
Seguridad industrial	Q 500,00
Primeros auxilios	Q 160,00
Brigada de emergencia	
Análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP)	Q 2 400,00
Manejo y cuidado de producto terminado	Q 500,00
Mantenimiento productivo total (TPM)	Q 310,00
Manejo y control de plagas	----
Manejo de quejas y reclamos	Q 150,00
Administración de abastecimiento y almacenes	Q 600,00
Manejo, administración y control de bodegas	
Motivación para la fuerza de ventas	Q 2 400,00
5'S en el puesto de trabajo	Q 550,00
Administración y planificación del tiempo	Q 5 400,00
Técnicas de ventas	Q 700,00
Técnicas de excelencia en atención al cliente	
Liderazgo	Q 3 000,00
Trabajo en equipo	
Comunicación efectiva en el ámbito laboral	Q 750,00
Estructura organizacional y funciones del puesto de trabajo	Q 500,00
Total	Q 18 235,00

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. Se realizó un análisis de la situación actual en la gestión de mantenimiento que aplica la empresa para atender a los equipos para garantizar el buen estado y disponibilidad para la producción. Se encontraron oportunidades de mejora que se incluyeron en la planificación de un mantenimiento productivo total, para la planta de producción.
2. Se identificaron las pérdidas en los procesos operativos y en las actividades de mantenimiento a los equipos de producción, a través de un estudio de campo en la planta de producción.
3. Ante la necesidad y falta de una política en la gestión de mantenimiento, se diseñó y estableció una política de mantenimiento productivo total para la planta de producción. Promoviendo una gestión de participación del personal operativo dando prioridad al mantenimiento planificado, para garantizar la fiabilidad y disponibilidad del equipo para la producción.
4. Se determinó la eficiencia global de equipos de la planta de producción, indicando que la eficiencia actual es del 65% identificando oportunidades de mejora, se planificó un mantenimiento productivo total para la planta de producción y se aplicó parte de la planificación de TPM durante el tiempo de ejercicio profesional supervisado, logrando aumentar la eficiencia a un 76 %.

5. Se diseñaron procedimientos de mantenimiento productivo total, que involucra a todo el personal operativo. Los procedimientos ayudarán a conocer cada actividad, responsabilidad y control para conservar los equipos en buen estado. Las principales actividades de mantenimiento aplicados a los equipos serán inspección, limpieza y lubricación.

6. Se elaboró un plan de ahorro energético para la empresa aplicando principios de producción más limpia, utilizando mejor los recursos y evitar las deficiencias de consumo de energía que afectan los costos de la empresa y la conservación del medio ambiente.

7. Se diseñó un plan de capacitación anual dirigido a todo el personal de la empresa identificando que temas son requeridos para aumentar la competitividad y desempeño de la empresa y sus colaboradores, con un análisis de las necesidades de capacitación, realizado a cada área y departamento.

RECOMENDACIONES

1. El gerente y supervisores de cada área deben implementar y dar seguimiento al plan de mantenimiento productivo total, para obtener mejoras enfocadas en el mantenimiento, calidad y seguridad del entorno de la unidad productiva.
2. El personal operativo de producción debe comprometerse a involucrarse en las actividades de mantenimiento autónomo, para garantizar la conservación del equipo en buen estado.
3. El supervisor de producción y de mantenimiento deben realizar periódicamente análisis de las pérdidas en los procesos y la gestión de mantenimiento aplicado a los equipos. Mejorando continuamente la eficiencia productiva y disponibilidad de los equipos.
4. El departamento de recursos humanos conjuntamente con el coordinador de calidad debe programar y cumplir el plan de capacitación anual, para las diferentes áreas de la empresa.
5. Implementar tecnologías de eficiencia energética que ayuden a minimizar emisiones nocivas para el medio ambiente y que reduzcan el consumo de energía en la empresa.

BIBLIOGRAFÍA

1. CASTILLO CONTRERAS, Rita del Carmen. *Desarrollo del capital humano en las organizaciones*. México: Red tercer milenio, 2012. 141 p.
2. CUATRECASAS ARBÓS, Lluís. *TPM en un entorno Lean Management*. Barcelona, España: Profit Editorial, 2010. 412 p.
3. GARCÍA GARRIDO, Santiago. *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos S. A., 2010. 191 p.
4. GARCÍA MÁRQUEZ, Víctor; GONZÁLEZ JIMÉNEZ, Juan; GONZÁLEZ PÉREZ, Joaquín. *Eficiencia energética en las instalaciones de iluminación interior y alumbrado exterior*. Madrid, España: IC Editorial, 2014. 250 p.
5. GULATI, Ramesh. *Maintenance and reliability best practices*. New York, EEUU: Industrial Press Inc, 2009. 212 p.
6. LÓPEZ OSORIO, Henry Josué. *Propuesta para la implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para eficientar el proceso productivo de la planta de producción en alimentos KERN'S*. Trabajo graduación de Ing. Mecánica Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2017. 162 p.

7. MARTÍNEZ GRACIA, Amaya; VALERO DELGADO, Alicia; ARANDA USÓN, Alfonso; ZABALZA BRIBIÁN, Ignacio; SCARPELLINI, Sabina. *Disminución de costes energéticos en la empresa. Tecnologías y estrategias para el ahorro y la eficiencia energética.* México: Fundación Confemetal, 2006. 243 p.
8. MÉNDEZ CAJAS, Pablo César. *Propuesta para la aplicación del mantenimiento productivo total (TPM) administrado por el sistema de planificación de los recursos de manufactura II (MRPII, manufacturing resource planning II) en una industria de elaboración de productos de limpieza.* Trabajo de graduación de Ing. Mecánica Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006. 181 p.
9. MUÑIZ GONZÁLEZ, Luis. *Check – List para el diagnóstico empresarial: una herramienta clave para el control de gestión.* Barcelona, España: Profit Editorial, 2017. 315 p.
10. VELÁSQUEZ ESTRADA, María Alejandra. *Propuesta para la implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para eficientizar las operaciones del proceso productivo en la línea de producción de bebidas carbonatadas en la fábrica de gaseosas salvavidas S.A.* Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2010. 164 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. Formato de listado de asistencia capacitación

Nombre de Capacitación:
Departamento capacitado:
Capacitador:

LISTADO DE ASISTENCIA CAPACITACIÓN		
No.	Nombre	Firma
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		

Fecha _____

Observaciones:

Fuente: elaboración propia.

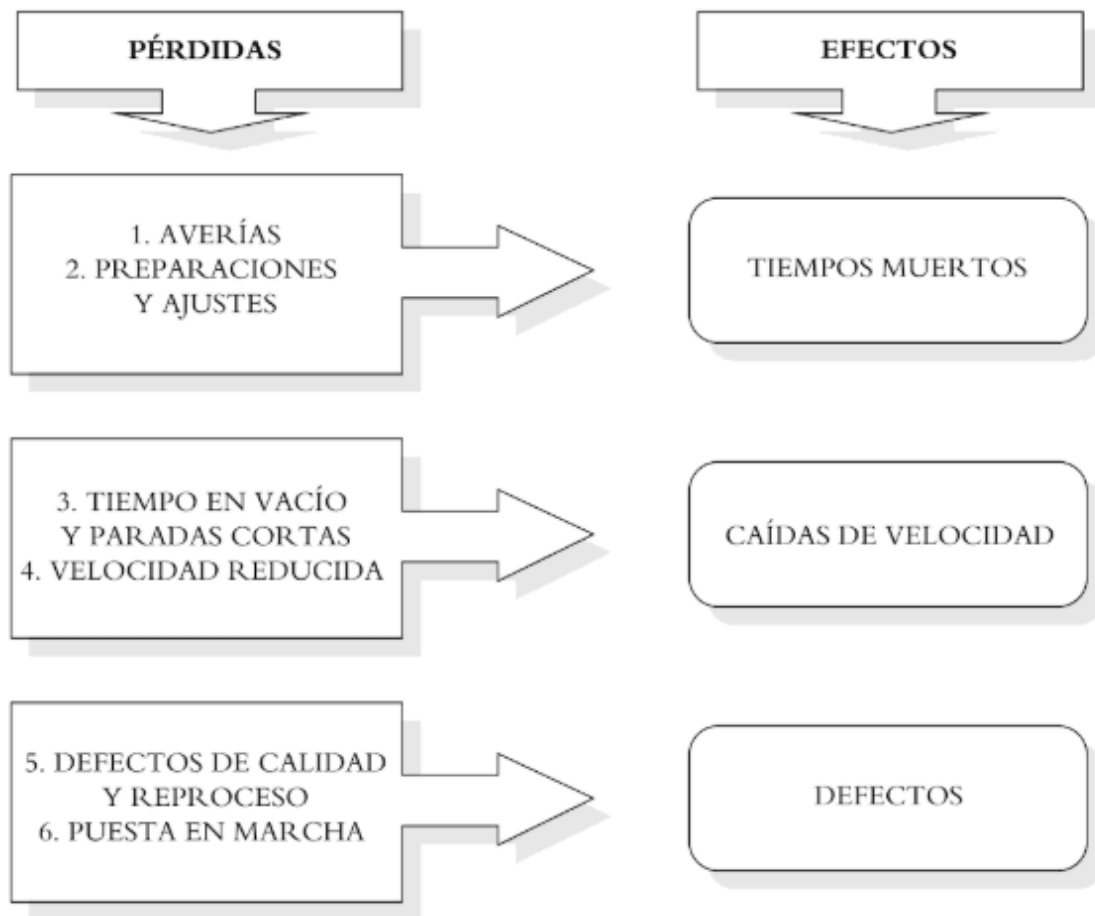
Apéndice 3. Formato de control de calidad del producto

Departamento: Producción		REPORTE CONTROL DE INSPECCIÓN DE PRODUCTO AL FINAL DE LÍNEA 2		Edición No.: 02		SUPERVISOR			
Fecha de Emisión: Enero 21, 2008				Páginas: 1 de 1					
PRODUCTO		FECHA							
CONTROL DE INSPECCIÓN: PRODUCTOS QUE NO CUMPLEN CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD									
No.	AUXILIAR	HORA INICIO	HORA FIN	MATERIAL EXTRAÑO	ENVASE SUJO	BAJO NIVEL	ENVASE DAÑADO	ENVASE DEFORME	ROQUILLA
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
TOTAL DE UNIDADES DETECTADAS EN EL TURNO									
				SE PROCEDIÓ A REALIZAR EL DERBAME Y DESTRUCCIÓN DE LAS UNIDADES DETECTADAS.					
				FIRMA DEL SUPERVISOR					
OBSERVACIONES:									

Fuente: elaboración propia.

ANEXO

Anexo 1. Agrupación de las pérdidas en función de los efectos que provocan



Fuente: ARBÓS. LLUIS CUATRECASAS *TPM en un entorno Lean Management: Estrategia competitiva*. p. 64.

