



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

**PLAN DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA LA FÁBRICA DE  
REFRESCOS INDIA QUICHÉ S.A.**

**David Aroldo Coxaj Vicente**

Asesorado por el Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda

Guatemala, mayo de 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PLAN DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA LA FÁBRICA DE  
REFRESCOS INDIA QUICHÉ S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**DAVID AROLD COXAJ VICENTE**

ASESORADO POR EL ING. EDWIN ESTUARDO SARCEÑO ZEPEDA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO**

GUATEMALA, MAYO DE 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
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. Kevin Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Esdras Feliciano Miranda Orozco
EXAMINADOR	Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma
EXAMINADOR	Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **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:

### **PLAN DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA LA FÁBRICA DE REFRESCOS INDIA QUICHÉ S.A.**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 26 de mayo de 2021.

**David Aroldo Coxaj Vicente**

Universidad de San Carlos de  
Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Unidad de EPS

Guatemala, 21 de marzo de 2023  
REF.EPS.DOC.153.03.2023.

Ing. Oscar Argueta Hernández  
Director Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Argueta Hernández.


Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **David Aroldo Coxaj Vicente** de la Carrera de Ingeniería Mecánica, con carné No. 201113982, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **PLAN DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA LA FÁBRICA DE REFRESCOS INDIA QUICHE S.A.**

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

  
Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda  
Asesor-Supervisor de EPS  
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
Área de Ingeniería Mecánica

c.c. Archivo  
EDSZ/ra

Universidad de San Carlos de  
Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Unidad de EPS

Guatemala, 28 de marzo de 2023  
REF.EPS.D.114.03.2023

Ing. Gilberto Enrique Morales Baiza  
Director Escuela de Ingeniería Mecánica  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Morales Baiza:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado: **PLAN DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA LA FÁBRICA DE REFRESCOS INDIA QUICHE S.A.**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **David Aroldo Coxaj Vicente** quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ingeniero Edwin Estuardo Sarceño Zepeda.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"

Una firma manuscrita en azul que dice "Ing. Oscar Argueta Hernández" y un sello ovalado de la "DIRECCIÓN Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS Facultad de Ingeniería" de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ing. Oscar Argueta Hernández  
Director Unidad de EPS

OAH/ra

Ref.EIM.023.2023

El Revisor de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor-Supervisor y del Director de la Unidad de EPS, al trabajo de graduación titulado: **PLAN DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA LA FÁBRICA DE REFRESCOS INDIA QUICHE S.A.** del estudiante **David Aroldo Coxaj Vicente, CUI 2120793951401, Reg. Académico 201113982** y habiendo realizado la revisión de Escuela, se autoriza para que continúe su trámite en la oficina de Lingüística, Unidad de Planificación.

***"Id Y Enseñad a todos"***



Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez  
Revisor – Área Complementaria  
Escuela de Ingeniería Mecánica

Guatemala, marzo de 2023  
/aej

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

LNG.DIRECTOR.097.EIM.2023

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador de área y la aprobación del área de lingüística del trabajo de graduación titulado: **PLAN DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA LA FÁBRICA DE REFRESCOS INDIA QUICHÉ S.A.**, presentado por: **David Aroldo Coxaj Vicente** , procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Ing. Gilberto Enrique Morales Baiza  
Director  
Escuela de Ingeniería Mecánica

Guatemala, abril de 2023



Decanato  
Facultad de Ingeniería  
24189101- 24189102  
secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt

LNG.DECANATO.OI.398.2023

La Decana 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, al Trabajo de Graduación titulado: **PLAN DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA LA FÁBRICA DE REFRESCOS INDIA QUICHÉ S.A.**, presentado por: **David Aroldo Coxaj Vicente**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada  
Decana

Guatemala, mayo de 2023

AACE/gaoc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **Dios**

Por su guía y protección en cada etapa de mi vida académica. Su amor incondicional, sabiduría y misericordia han sido mi fortaleza en mi vida.

### **Mi mamá**

A mi madre Maria Vicente Us, cuyo amor, dedicación y sacrificios incalculables han sido la fuerza que me ha impulsado a alcanzar mis metas académicas. Esta tesis está dedicada a ti, como un pequeño gesto de agradecimiento por todo lo que has hecho por mí, y como muestra de mi profundo amor y respeto hacia ti.

### **Mi padre**

A mi padre Gaspar Coxaj Osorio, por el apoyo y sabias enseñanzas que han sido guía en mi vida y la fuerza que me ha impulsado a alcanzar mis metas académicas.

## **Mi hermana**

A mi hermana Kelly Marlene Coxaj Vicente, quien ha sido mi amiga, confidente y apoyo incondicional en cada etapa de mi vida. Gracias por estar siempre presente, por tus palabras de aliento y tus consejos sabios. Esta tesis esta dedicada a ti, como un pequeño homenaje a nuestra hermosa relación y agradecimiento por todo lo que significas para mi.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

### **Universidad de San Carlos de Guatemala**

Quiero expresar mi mas sincero agradecimiento a la Universidad por brindarme la oportunidad de adquirir los conocimientos y habilidades necesarios para culminar mis estudios.

### **Mis amigos**

A mis amigos, gracias por su apoyo incondicional, su ánimo constante y su amistad sincera. Su aliento y consejos sabios han sido un gran estímulo para mí, esta tesis no solo es el resultado de mi esfuerzo, sino también de su compañía y amistad, y estoy profundamente agradecido por tenerlos en mi vida.

### **Ingenieros**

Agradezco a los ingenieros cuya experiencia, conocimientos y dedicación han sido fundamentales para el desarrollo y culminación de la carrera universitaria.

### **Mi familia**

A mi familia, mi mayor inspiración y apoyo, gracias por acompañarme en este camino. Su amor, confianza y aliento han sido mi fortaleza en cada etapa de mi formación académica y profesional.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	IX
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XIII
GLOSARIO .....	XV
RESUMEN.....	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN .....	XXIII
1. DATOS DE LA EMPRESA .....	1
1.1. Misión .....	2
1.2. Visión.....	2
1.3. Valores .....	2
1.4. Organigrama de la fábrica de refrescos India Quiché S.A.....	3
2. FASE DE INVESTIGACIÓN .....	5
2.1. Análisis del sistema .....	5
2.2. Flujo de proceso del lavado en máquina de botellas .....	6
2.2.1. Diagrama de agua corriente .....	7
2.2.2. Diagrama de agua recirculada.....	7
2.3. Gasto de agua para lavado de botellas .....	8
2.3.1. Análisis de gasto de agua.....	11
2.4. Propuesta de ahorro de agua .....	13
2.4.1. Análisis de agua de desecho de último enjuague...	13
2.5. Análisis de agua de desecho de último enjuague de lavado de botellas .....	15

2.6.	Plan para reutilizar el agua de desecho de la máquina de lavado de botellas .....	16
2.6.1.	Plan de inversión.....	16
2.6.2.	Instalación del tratamiento.....	17
2.6.3.	Resultados proyectados en la disminución de costos.....	20
3.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL .....	21
3.1.	Descripción del proyecto .....	21
3.2.	Manual de mantenimiento preventivo/correctivo para la planta de tratamiento del agua .....	21
3.2.1.	Contenido .....	21
3.2.2.	Tema .....	22
3.2.3.	Ámbito al que pertenece.....	22
3.2.4.	Propósito .....	22
3.2.5.	Alcance.....	23
3.2.6.	Lineamientos .....	23
3.2.6.1.	Es responsabilidad del jefe de mantenimiento.....	23
3.2.6.2.	Es responsabilidad del personal de mantenimiento.....	23
3.2.6.3.	Es responsabilidad de la gerencia de administración y finanzas .....	24
3.2.6.4.	Planeación.....	24
3.2.6.5.	Ejecución.....	25
3.2.6.6.	Control.....	26
3.2.6.7.	Evaluación / mejora .....	27
3.3.	Objetivo .....	27
3.3.1.	Alcance.....	27

3.4.	Equipos del sistema de purificación de agua potable .....	28
3.4.1.	Tanque reactor .....	28
3.4.2.	Agitador vertical .....	29
3.4.3.	Medidor de velocidad.....	30
3.4.4.	Llaves de medición de pH .....	30
3.4.5.	Llave de expulsión .....	31
3.4.6.	Químico reactivo.....	32
3.4.7.	Mantenimiento preventivo del tanque reactor .....	32
3.4.8.	Mantenimiento correctivo de tanque reactor.....	33
3.4.9.	Filtro de arena.....	36
3.4.10.	Mantenimiento preventivo del filtro de arena .....	37
3.4.11.	Filtro de carbón.....	38
3.4.12.	Mantenimiento preventivo del filtro purificador de carbón.....	39
3.4.13.	Filtro pulidor .....	40
3.4.14.	Mantenimiento preventivo de filtro pulidor .....	41
3.4.15.	Luz ultravioleta.....	42
3.4.16.	Mantenimiento preventivo de filtro de luz ultravioleta .....	43
3.4.17.	Tanques de almacenamiento.....	44
3.4.18.	Mantenimiento preventivo del tanque CIP .....	45
3.4.19.	Tanque presurizado.....	46
3.4.20.	Mantenimiento correctivo de tanque presurizado ...	47
3.4.21.	Bomba dosificadora .....	48
3.4.22.	Mantenimiento correctivo de bomba dosificadora...	49
3.4.23.	Bombas de desplazamiento positivo o volumétricas .....	50
3.4.24.	Mantenimiento preventivo de bomba de desplazamiento positivo .....	50

3.5.	Manual de mantenimiento preventivo/correctivo de máquina lavadora de botellas .....	52
3.5.1.	Contenido .....	52
3.5.2.	Tema .....	52
3.5.3.	Ámbito al que pertenece.....	52
3.5.4.	Propósito .....	53
3.5.5.	Alcance.....	53
3.5.6.	Lineamientos .....	53
3.5.6.1.	Es responsabilidad del jefe de mantenimiento.....	53
3.5.6.2.	Es responsabilidad del personal de mantenimiento.....	54
3.5.6.3.	Es responsabilidad de la gerencia de administración y finanzas .....	55
3.5.6.4.	Planeación.....	55
3.5.6.5.	Ejecución.....	56
3.5.6.6.	Control.....	57
3.5.6.7.	Evaluación / mejora .....	57
3.6.	Objetivo .....	58
3.6.1.	Alcance.....	58
3.7.	Máquina lavadora de botellas.....	58
3.7.1.	Detalle de sus componentes .....	59
3.7.2.	Mando principal .....	59
3.7.3.	Motor eléctrico.....	60
3.7.4.	Mantenimiento preventivo del mando principal .....	61
3.7.5.	Engranajes dentados .....	62
3.7.6.	Mantenimiento preventivo .....	63
3.7.7.	Mando auxiliar .....	63
3.7.8.	Cadenas.....	63



3.7.9.	Mantenimiento preventivo.....	64
3.7.10.	Cadenas portacanastos .....	65
3.7.11.	Mantenimiento correctivo.....	66
3.7.12.	Canastos portabotellas .....	66
3.7.13.	Mantenimiento preventivo.....	67
3.7.14.	Control de la temperatura .....	67
3.7.15.	Mantenimiento correctivo.....	68
3.7.16.	Prelavado.....	68
3.7.17.	Compartimientos de inmersión .....	69
3.7.18.	Mantenimiento preventivo.....	70
3.7.19.	Zona hydro con solución alcalina.....	71
3.7.20.	Enjuagues internos y externos.....	72
3.7.21.	Último enjuague.....	72
3.7.22.	Mantenimiento preventivo.....	73
3.7.23.	Drenaje .....	73
3.7.24.	Salida rotativa .....	73
3.7.25.	Mantenimiento preventivo de levas de botellas .....	74
3.7.26.	Comando eléctrico.....	75
3.7.27.	Mantenimiento preventivo.....	76
3.8.	Limpieza de los compartimientos de inmersión .....	76
3.8.1.	Incrustaciones y desincrustaciones .....	77
3.9.	Manual de mantenimiento correctivo de máquina Roblemix ...	77
3.9.1.	Contenido .....	77
3.9.2.	Tema .....	77
3.9.3.	Ámbito al que pertenece .....	77
3.9.4.	Propósito.....	78
3.9.5.	Alcance .....	78
3.9.6.	Lineamientos .....	78

3.9.6.1.	Es responsabilidad del jefe de mantenimiento.....	79
3.9.6.2.	Es responsabilidad del personal de mantenimiento.....	79
3.9.6.3.	Es responsabilidad de la gerencia de administración y finanzas .....	80
3.9.6.4.	Planeación.....	80
3.9.6.5.	Ejecución.....	81
3.9.6.6.	Control.....	82
3.9.6.7.	Evaluación / mejora .....	82
3.10.	Objetivo .....	82
3.10.1.	Alcance.....	83
3.11.	Roblemix .....	83
3.11.1.	La mezcla .....	83
3.11.2.	Principio de operación del Roblemix .....	84
3.11.3.	Componentes de la máquina Roblemix.....	86
3.11.4.	Detalle de sus componentes .....	87
3.11.5.	Sistema de agua .....	87
3.11.6.	Sistema frío .....	87
3.11.7.	Sistema neumático.....	88
3.11.8.	Alemite .....	88
3.11.9.	Microválvula .....	88
3.11.10.	Sistema eléctrico .....	89
3.11.11.	Motor eléctrico.....	91
3.11.12.	Mantenimiento preventivo del mando principal (motores eléctricos).....	91
3.11.13.	Bomba de agua .....	92
3.11.14.	Mantenimiento de bomba de agua .....	93
3.11.15.	Compresor de amoníaco .....	94

3.11.16.	Mantenimiento correctivo del compresor de amoníaco.....	95
3.11.17.	Mantenimiento correctivo general de la máquina Roblemix.....	96
4.	FASE DE DOCENCIA .....	97
4.1.	Área de capacitación .....	97
4.2.	Personal a capacitar .....	97
4.3.	Entrevistas verbales .....	98
4.4.	Diagnóstico del personal .....	98
4.5.	Priorizar .....	99
4.6.	Objetivo general a beneficio de la empresa.....	99
4.7.	Antecedentes de capacitaciones .....	99
4.8.	Plan de capacitación.....	100
4.8.1.	¿Qué es un mantenimiento industrial? .....	100
4.8.2.	Mantenimiento preventivo y correctivo .....	101
4.8.3.	Orden de servicio de mantenimiento .....	101
4.8.4.	Seguridad industrial .....	101
4.8.5.	Supervisión efectiva.....	102
4.9.	Elaboración del programa.....	102
4.10.	Resultados de capacitación .....	103
4.10.1.	¿Qué es un mantenimiento industrial? .....	104
4.10.2.	Mantenimiento industrial.....	105
4.10.3.	Mantenimiento preventivo.....	106
4.10.4.	Mantenimiento correctivo.....	106
4.10.5.	Orden de servicio de mantenimiento .....	106
4.10.5.1.	Organigrama de orden de servicio de mantenimiento .....	107
4.10.6.	Seguridad industrial .....	108

4.11.	Cinco puntos que debes tomar en cuenta para garantizar la seguridad industrial .....	109
4.11.1.	El rubro de la empresa .....	109
4.11.2.	La planta y sus condiciones .....	109
4.11.3.	Equipo de protección personal .....	110
4.11.4.	La capacitación constante de los trabajadores.....	110
4.11.5.	El monitoreo del sitio .....	110
4.12.	Supervisión efectiva .....	110
4.12.1.	Características de un supervisor efectivo.....	111
4.12.2.	Autoconciencia .....	111
4.12.3.	Autorregulación .....	111
4.12.4.	Motivación .....	112
4.12.5.	Empatía .....	112
4.12.6.	Habilidades sociales.....	112
4.13.	Prácticas del supervisor efectivo .....	112
4.14.	Personal capacitado.....	113
4.15.	Costos de capacitación .....	113
CONCLUSIONES.....		115
RECOMENDACIONES .....		117
REFERENCIAS .....		119
APÉNDICES.....		121

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Organigrama de la empresa.....	3
2.	Flujo de proceso del lavado en máquina de botellas.....	6
3.	Diagrama de agua corriente.....	7
4.	Diagrama de agua recirculada.....	8
5.	Salida de agua.....	10
6.	Gráfico de mediciones expresadas en galones/minutos.....	13
7.	Tanque reactor.....	28
8.	Agitador vertical.....	29
9.	Medidor de velocidad.....	30
10.	Llaves de medición de pH.....	31
11.	Llave de expulsión.....	31
12.	Tanque reactor.....	35
13.	Filtro de arena.....	37
14.	Filtro de carbón.....	39
15.	Filtro pulidor.....	41
16.	Luz ultravioleta.....	43
17.	Tanques de almacenamiento.....	45
18.	Tanque presurizado.....	47
19.	Bomba dosificadora.....	48
20.	Bombas de desplazamiento positivo.....	50
21.	Motor colocado.....	60
22.	Engranaje ejemplo.....	62
23.	Cadena de mando.....	64

24.	Cadenas portacanastos .....	65
25.	Canastos para botellas .....	67
26.	Ingreso al prelavado.....	69
27.	Inmersión, vista desde arriba .....	70
28.	Zona hydro.....	72
29.	Salida de botellas.....	74
30.	Mando eléctrico.....	75
31.	Mezcladora .....	84
32.	Roblemix.....	86
33.	Válvula neumática.....	89
34.	Caja de sistema eléctrico .....	90
35.	Motor eléctrico .....	91
36.	Bomba de agua.....	93
37.	Compresor de amoníaco.....	95
38.	Organigrama de orden de servicio de mantenimiento.....	107

## TABLAS

I.	Estimación de pérdida de agua .....	11
II.	Análisis de agua de desecho de último enjuague.....	14
III.	Consumo de agua potable de la planta India Quiché .....	15
IV.	Ejecución de planeación .....	25
V.	Método de realización.....	25
VI.	Descripción de control de documentos.....	26
VII.	Revisión de mejora .....	27
VIII.	Ejecución de planeación .....	55
IX.	Método de realización.....	56
X.	Descripción de control de documentos.....	57
XI.	Revisión de mejora .....	57

XII.	Ejecución de planeación .....	80
XIII.	Método de realización .....	81
XIV.	Descripción de control de documentos .....	82
XV.	Revisión de mejora .....	82
XVI.	Cronograma de actividades .....	103
XVII.	Costos por capacitación .....	114





## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>Pre</b>	Antes de
<b>cm</b>	Centímetros
<b>Ct</b>	Consumo de agua en jornada de trabajo
<b>h</b>	Hora
<b>PVC</b>	Material termoplástico
<b>&lt;</b>	Menor que
<b>UFC</b>	Microorganismos
<b>min</b>	Minutos
<b>Micro</b>	Muy pequeño
<b>OMS</b>	Organización Mundial de la Salud
<b>Ppm</b>	Partes por millón
<b>pH</b>	Potencial de hidrógeno
<b>Q</b>	Quetzales
<b>Tt</b>	Tiempo de trabajo
<b>μS</b>	Unidad de conductividad
<b>Hydro</b>	Zona de agua



## GLOSARIO

<b>Alemite</b>	Elemento que se utiliza para el engrasado de piezas o partes mecánicas donde la grasa o lubricante debe penetrar.
<b>Aniónica</b>	Relativo a iones cargados negativamente.
<b>Catiónica</b>	Capacidad de intercambio catiónico, es una medida de cantidad de cargas negativas presentes en las superficies de los minerales.
<b>Clorinador</b>	Sistema eléctrico de desinfección del agua.
<b>COGUANOR</b>	Comisión Guatemalteca de Normas.
<b>Desaereador</b>	Componente del tratamiento del agua para bebidas carbonatadas.
<b>Diagrama</b>	Diseños geométricos que se realizan con el objetivo de representar gráficamente ideas, procesos, soluciones, mecanismos o fenómenos para facilitar su comprensión.
<b>Exceso</b>	Cantidad que excede o sobra de una cosa con respecto a otra que se toma como referencia.

<b>Flotante</b>	Que flota o puede flotar.
<b>Inmersión</b>	Introducción completa de un cuerpo en un líquido.
<b>Intecap</b>	Institución guatemalteca líder en capacitación técnica.
<b>Llenadora</b>	Máquina que llena en cadena barriles o botellas con un líquido.
<b>Mantenimiento</b>	Conservación de una cosa en buen estado o en una situación determinada para evitar su degradación.
<b>Monofásico</b>	Es la corriente que viaja por un solo conductor en un sistema de una única fase.
<b>Neumática</b>	Uso de aire a presión para realizar un trabajo.
<b>Precarbonatador</b>	Proceso antes de cambiar el estado del agua.
<b>Proporcionador</b>	Dispositivo dosificador diseñado para medir la cantidad correcta de alguna materia utilizada.
<b>Recirculada</b>	Concepto de recirculación que está vinculado a volver a impulsar la circulación de algo dentro de un mismo circuito o sistema.
<b>Relay</b>	Interruptor eléctrico que permite dejar pasar y también parar la corriente eléctrica dentro de un circuito eléctrico.

<b>Retención</b>	Cantidad que se retiene de algún elemento.
<b>Reutilizada</b>	Consiste en darle a un material la máxima vida útil.
<b>Rodillos</b>	Cilindro con un diámetro relativamente ancho que suele girar.
<b>Trifásico</b>	Que tiene tres corrientes eléctricas alternas iguales, procedentes del mismo generador



## RESUMEN

La fábrica de refrescos India Quiché S.A. se encarga de producir bebidas carbonatadas de primera calidad para satisfacer a los consumidores. Las instalaciones de la empresa están distribuidas en 3 lugares: bodega y oficinas, fabricación de envases y fábrica de producción, estas se encuentran dentro del municipio de Santa Cruz del Quiché.

La importancia de un mantenimiento adecuado a la maquinaria activa es de suma importancia, ya que esto prolonga la vida útil de los activos y también genera grandes beneficios, pues previene y evita los accidentes laborales, paros repentinos, pérdida de materia prima, entre otros.

El siguiente diseño de un plan de mantenimiento industrial busca establecer los pasos a seguir para un buen funcionamiento, ya que es una inversión a largo plazo donde se impedirá que surjan daños irreparables en las instalaciones de la maquinaria industrial, y esto permitirá contar con una documentación y seguimiento del mantenimiento necesario para cada equipo y así obtener una mejora en la producción.





## **OBJETIVOS**

### **General**

Establecer un plan de mantenimiento para la maquinaria activa de la planta de refrescos carbonatados, según las condiciones actuales de la fábrica.

### **Específicos**

1. Realizar un ahorro de agua en la máquina de lavado de botellas, para reutilizarla dentro de la planta de producción.
2. Diseñar un plan de mantenimiento que cumpla las necesidades de la fábrica, acorde a las condiciones actuales de los activos.
3. Capacitar al personal de trabajo sobre el mantenimiento de los activos y su importancia.



## INTRODUCCIÓN

Las bebidas carbonatadas fueron creadas desde mucho tiempo atrás, se buscaba producir aguas efervescentes con fuentes naturales. Conforme pasó el tiempo se le fue agregando saborizantes, ese fue el comienzo de la diversidad de bebidas de sabores que se conocen hoy en día, que son básicamente agua cargada con dióxido de carbono a la que se le añade azúcar y jarabe de sabor deseado. Para que se conserve el gas, se envasa en recipientes herméticos que se dividen en diferentes presentaciones y materiales.

En la embotelladora de refrescos India Quiché se estableció un plan de mantenimiento a la maquinaria activa de producción, los criterios de dicho plan cumplen con las normas de seguridad industrial, salud y calidad. Se buscó conseguir los mayores niveles de disponibilidad y fiabilidad al menor coste posible, mediante la combinación de estrategias correctivas y preventivas, logrando con ello una mejor producción que beneficia a los consumidores entregando un producto de alta calidad.



## 1. DATOS DE LA EMPRESA

La fábrica de refrescos India Quiché es una empresa dedicada al desarrollo y fabricación de bebidas carbonatadas, con el objetivo de desarrollar bebidas de calidad y con sabores únicos e inigualables para los consumidores. La fábrica fue fundada en 1926, comenzando solamente con 2 personas, conforme pasaron los años fue creciendo a lo que se conoce ahora como la fábrica de gaseosas más grande del Quiché.

En la planta de producción se trabaja un promedio de 14 horas diarias, que se dividen en 2 jornadas, empezando la primera jornada a las 7:00 am y terminando a las 4:00 pm, seguido de la segunda jornada que empieza a las 4:00 pm y termina a las 11:00 pm. Cada jornada cuenta con un personal de 11 personas en la planta de producción, ya que la fábrica de refrescos India Quiché S.A. cuenta con 3 instalaciones que se encargan de producir, fabricar envases y almacenar y vender el producto final.

La planta de producción está bajo el cargo del ingeniero Víctor Eli Chen Urizar. La fábrica busca el desarrollo personal de los trabajadores como también llegar a todo rincón de Guatemala para compartir el sabor único de sus bebidas. Se ubica en 7 Av. 7-31, zona 5, Santa Cruz del Quiché, Guatemala.

La fábrica de refrescos se dedica a fabricar los siguientes productos:

- Gaseosa sabor crema soda
- Gaseosa sabor limón
- Gaseosa sabor naranja

- Gaseosa sabor piña
- Gaseosa mineral
- Agua potable

### **1.1. Misión**

La misión de la empresa es consolidar su posición como fabricante de bebidas en el mercado nacional e internacional, mediante un crecimiento sostenible basado en el desarrollo de marcas y sabores innovadores y de alta calidad.

### **1.2. Visión**

La visión de la institución es ser la empresa líder de bebidas, 100 % guatemalteca, que transmita agradables sensaciones a través de sus marcas y sabores inigualables.

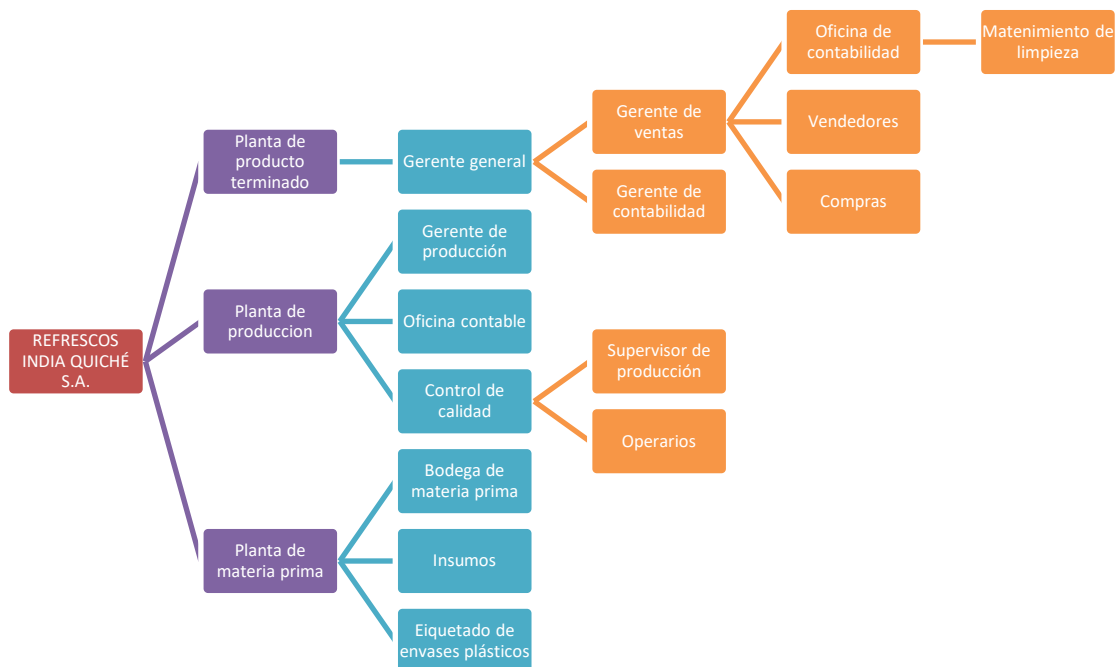
### **1.3. Valores**

- Respeto
- Confiabilidad
- Esfuerzo
- Higiene
- Dedicación
- Aprendizaje

#### 1.4. Organigrama de la fábrica de refrescos India Quiché S.A.

Visualización de la estructura jerárquica y funcional de la fábrica de refrescos India Quiché S.A.:

Figura 1. Organigrama de la empresa



Fuente: India Quiché, S.A. (2021). *Organigrama de la empresa*.





## **2. FASE DE INVESTIGACIÓN**

### **2.1. Análisis del sistema**

El uso consciente de agua como materia prima influye directamente en el costo de producción y el ahorro del recurso natural, además se puede disminuir el impacto ambiental de la planta de producción. Por eso se decidió diseñar un plan de acción para ahorrar el agua utilizada en la máquina de lavado de botellas, como parte de la fase de investigación correspondiente al ejercicio profesional supervisado, con el fin de lograr una producción más limpia. El ahorro de agua se refleja directamente en una reducción de costos para la línea de producción.

Se llevó a cabo un análisis con el objetivo de diseñar una alternativa que permita reutilizar el agua de desecho de la máquina de lavado de botellas, por lo que se realizó un análisis del sistema mediante el flujo de proceso, en donde se evaluaron las entradas y salidas para plantear una propuesta acorde a las necesidades de la empresa.

El plan de ahorro de agua se basa en la propuesta de reutilizar parcialmente el agua que actualmente se desecha de la lavadora de botellas, para lo cual se analizará el diagrama de flujo de agua de la máquina, la cantidad de agua que utiliza y la calidad del agua que desecha.

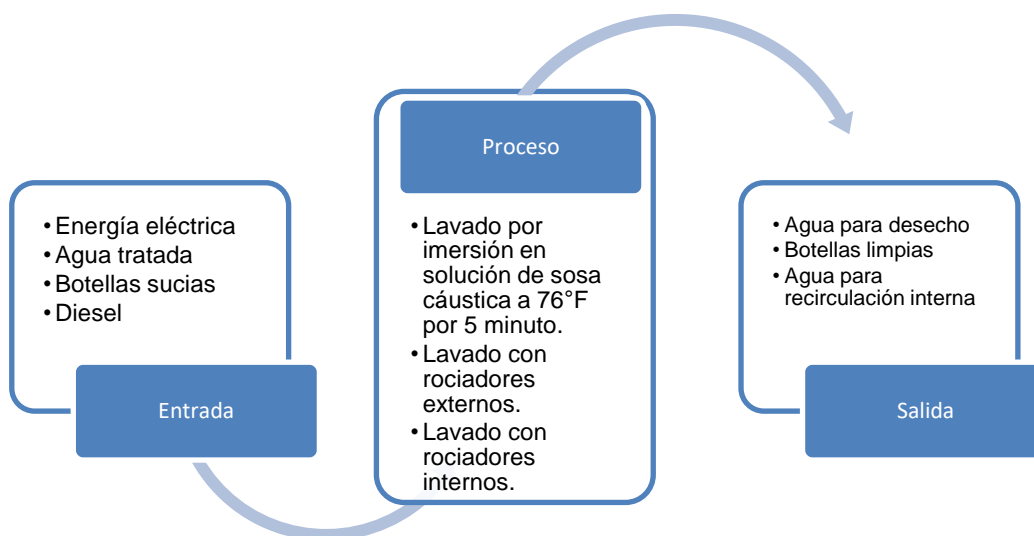
El sistema de lavado de botellas inicia con la inmersión de las botellas sucias en una solución de sosa cáustica a una temperatura de 76°C, por cinco minutos. Luego, se trabaja en una zona hydro cáustica en donde se aplica un

enjuague que permite liberar los residuos de mayor dificultad. Luego pasa a un enjuague externo y termina con un enjuague interno. El sistema cuenta con una corriente directa de agua potable y un sistema de circulación interna (figuras 1 y 2).

## 2.2. Flujo de proceso del lavado en máquina de botellas

El flujo del proceso de la lavadora de botellas se diseña para asegurar la limpieza y el defecto efectivo de las botellas, para reducir el riesgo de contaminación y garantizar la calidad del producto final.

Figura 2. Flujo de proceso del lavado en máquina de botellas

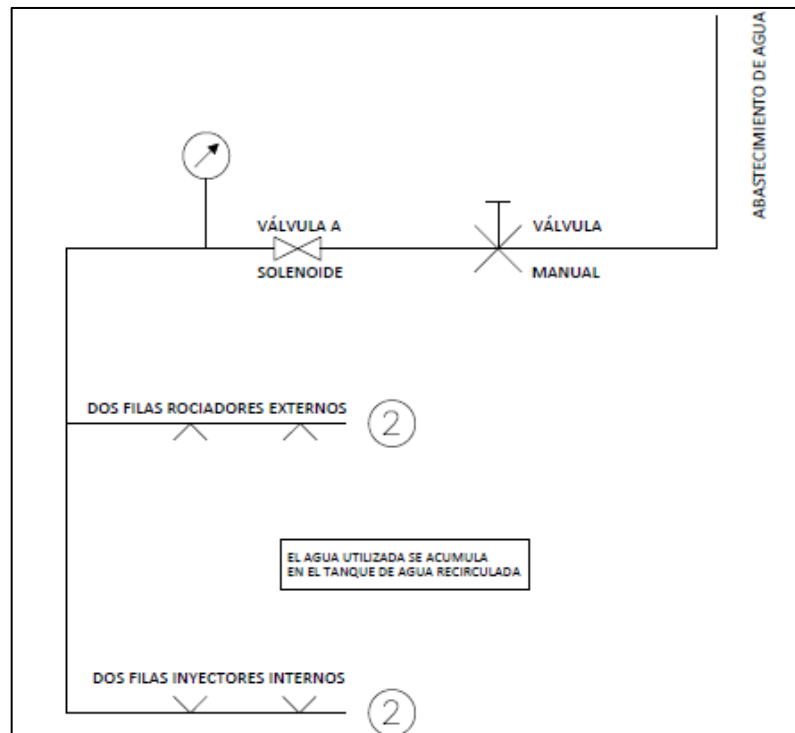


Fuente: elaboración propia, empleando Word 365.

### 2.2.1. Diagrama de agua corriente

El diagrama de agua corriente, también conocido como mapa de flujo de proceso, es una herramienta visual que representa las etapas del proceso mediante símbolos donde se analiza y mejora la eficiencia.

Figura 3. Diagrama de agua corriente

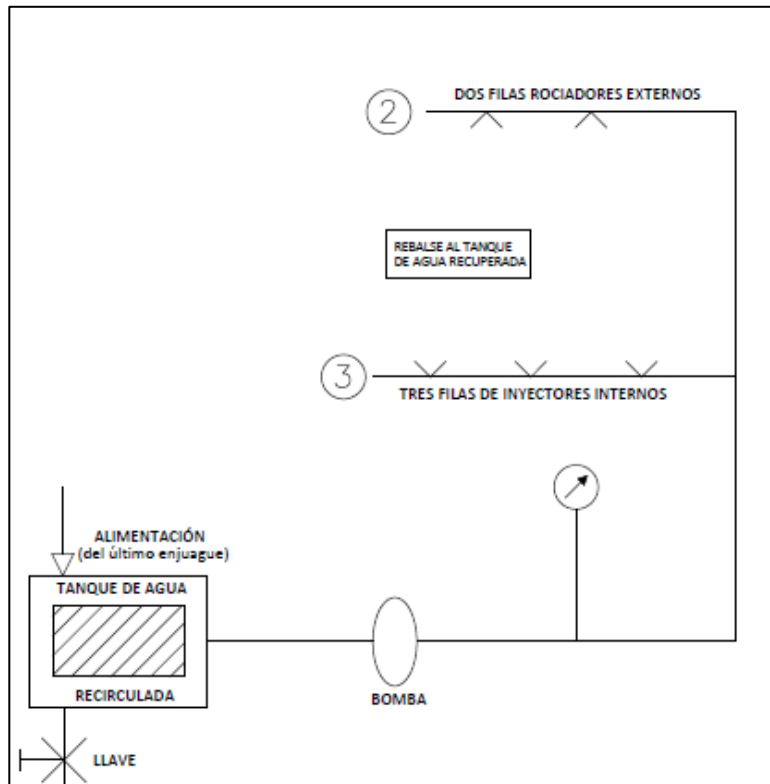


Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2019.

### 2.2.2. Diagrama de agua recirculada

El diagrama muestra cómo el agua se recircula y se utiliza dentro de la máquina para el ahorro del agua y reducir los costos operativos.

Figura 4. Diagrama de agua recirculada



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2019.

### 2.3. Gasto de agua para lavado de botellas

El enjuague de las botellas en presentación de vidrio es una parte importante de cualquier proceso de producción de bebidas carbonatadas y este desempeña un papel esencial para la fábrica de refrescos India Quiché. Las botellas se deben desinfectar siempre antes del llenado, sin importar si se trata de una botella nueva o reutilizada.

Este paso es esencial por razones de higiene y seguridad para los consumidores, sin embargo, el proceso de limpieza puede requerir mucho

consumo de agua tratada, además algunas botellas son más difíciles de limpiar que otras, esto se debe a que el consumidor les agrega residuos de basura, comida, materiales sólidos, entre otros.

La principal razón por la que se debe realizar el proceso de limpieza de las botellas es la seguridad del consumidor, ya que los consumidores finales en general beben de estos recipientes y la fábrica desea tener la seguridad de que tengan una limpieza correcta antes de verter el producto en ellas. Los procedimientos adecuados de higiene son importantes para evitar una contaminación de su producto, ya que puede producir enfermedades o pérdidas en la industria.

El agua que se estableció para ser utilizada en la máquina de lavado de botellas proviene del área de tratamiento, ya que esta ya ha sido purificada, esto es de gran ayuda ya que garantiza un alto grado en higiene y seguridad para el público en general.

Al momento de realizar el análisis del gasto en relación al tiempo y producción durante la jornada de trabajo se tomó en cuenta varios factores, como la capacidad de trabajo de la máquina de lavado de botellas. Esta máquina tiene la capacidad de realizar la limpieza de 100 botellas dentro de ella, el tiempo promedio de limpieza de este lote es de 5 minutos, tomando en cuenta que la jornada de producción de llenado de botellas de vidrio tiene una duración de 9 horas con 30 minutos, se tiene la siguiente relación de botellas limpias:

- Tiempo de llenado de botellas de vidrio en minutos

$$9 \text{ horas} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} + 30 \text{ min} = 570 \text{ minutos}$$

- Producción de llenado de botellas

$$\frac{200 \text{ botellas}}{x} \frac{5 \text{ minutos}}{570 \text{ minutos}} = 22,800 \text{ botellas limpias}$$

Observación: la máquina tiene una pequeña variación de segundos en sacar los lotes de botellas limpias, y esto lleva a tener un promedio de una lavada más que lleva un conteo 23 000 botellas limpias, esto se debe a que la máquina cuenta con ayuda de los operarios al momento de colocar las botellas en la banda que conduce a las canastas para botellas.

Teniendo en cuenta el tiempo y la producción de una jornada de trabajo común, se realizó el análisis de consumo de agua para el lavado de botellas de la presentación de 365 ml. La máquina de lavado de botellas tiene la salida del agua desechada de la fase 3 (figuras 4 y 5).

Figura 5. **Salida de agua**



Fuente: [Fotografía de David Aroldo Coxaj Vicente]. (Quiché, Guatemala, 2021). Colección particular. Guatemala.

### 2.3.1. Análisis de gasto de agua

Para le estimación de este cálculo se utilizó el conteo de llenado de un recipiente de 5 galones, como se observa en la siguiente tabla:

Tabla I. Estimación de pérdida de agua

NO.	Capacidad del recipiente	Tiempo	Observaciones
1	5 galones	1.12 min	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se observó que el tiempo de llenado del recipiente varía y tiene un margen de tiempo considerable.</li> <li>En 17.16 minutos se contabilizó una pérdida de 75 galones.</li> <li>En promedio se pierden 5 galones en 1.144 minutos.</li> </ul>
2	5 galones	1.09 min	
3	5 galones	1.26 min	
4	5 galones	1.10 min	
5	5 galones	1.12 min	
6	5 galones	1.26 min	
7	5 galones	1.05 min	
8	5 galones	1.18 min	
9	5 galones	1.21 min	
10	5 galones	1.05 min	
11	5 galones	1.21 min	
12	5 galones	1.22 min	
13	5 galones	1.05 min	
14	5 galones	1.18 min	
15	5 galones	1.06 min	
SUMATORIA	75 galones	17.16 min	

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 365.

Teniendo los datos de la pérdida de agua (tabla I) se estimó el gasto con las siguientes ecuaciones

- Tiempo de trabajo

$$Tt = (\text{horas}) * \left(\frac{\text{minutos}}{\text{horas}}\right) + \text{minutos} = \text{minutos en una jornada de trabajo}$$

$$Tt = (9 \text{ horas}) * \left(\frac{60 \text{ minutos}}{1 \text{ hora}}\right) + 30 \text{ minutos} = 570 \text{ minutos}$$

- Consumo de agua en jornada de trabajo

$$Ct = \left( \frac{570 \text{ minutos} * 5 \text{ galones}}{1.144 \text{ minutos}} \right) = 2,491.258 \text{ galones en una jornada de trabajo}$$

- Días de trabajo en una semana

$$2,491.258 \text{ gal} * 3 \text{ días} = 7473.776 \text{ galones}$$

- Cálculo de consumo por mes

$$7473.776 \text{ galones} * 4 \text{ semanas} = 29,895.1 \text{ galones}$$

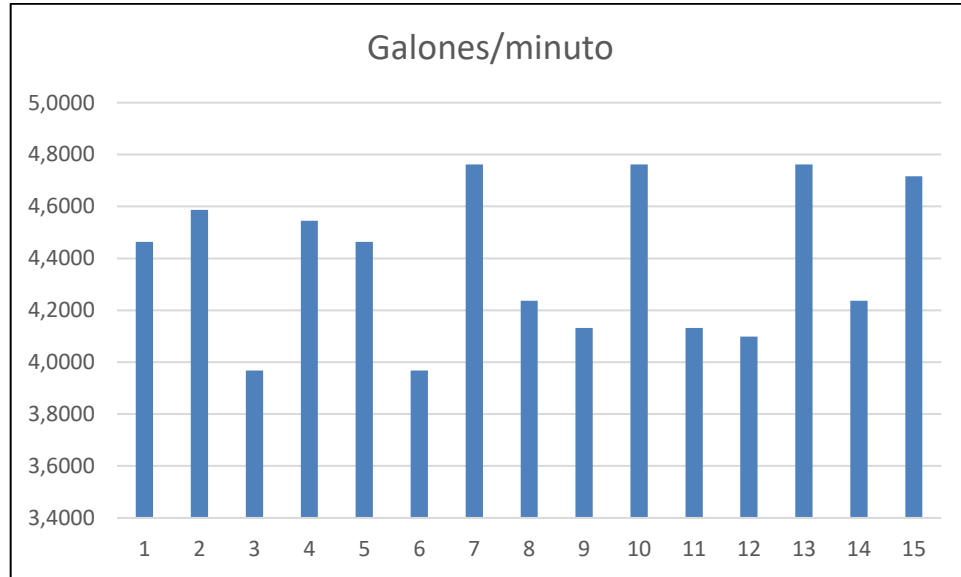
- Cálculo de consumo durante un año

$$29,895.1 * 12 = 358,741.26 \text{ galones.}$$

Realizando esta investigación se notó que la máquina consumió 358,741 galones de agua durante un año de trabajo, sin tomar en cuenta los fines de semana o pedidos extras que se obtengan para la exportación, por ello se analizó y se planteó un proyecto con la ayuda del departamento de producción, para realizar un sistema de ahorro de agua con que se pueda ahorrar el consumo de agua de la fábrica.



Figura 6. **Gráfico de mediciones expresadas en galones/minutos**



Fuente: elaboración propia, empleando Excel 365.

## 2.4. Propuesta de ahorro de agua

Se plantea la propuesta en que es posible la disminución de costos al disminuir los gastos de agua dentro de la fábrica de India Quiché, para lo cual se propone reutilizar el agua del último enjuague del proceso de lavados de botellas. El proyecto consiste en la implementación de una cisterna que recolecte el agua desechada del lavado de botellas y una planta de tratamiento de esta agua que permita garantizar su potabilidad.

### 2.4.1. Análisis de agua de desecho de último enjuague

Para garantizar la seguridad del agua que se tiene como desecho del último enjuague, se realizaron por medio de un laboratorio externo los análisis

químicos y microbiológicos necesarios que exige la norma Coguanor para determinar si el agua es potable. Los resultados se observan en la tabla II:

Tabla II. **Análisis de agua de desecho de último enjuague**

<b>Prueba</b>		<b>Resultado</b>
Parámetro	Especificación	Resultado promedio
Apariencia	Líquido libre, traslúcido, libre de partículas o turbidez.	Líquido libre, traslúcido, libre de partículas o turbidez.
Conductividad	<1500 $\mu$ S/cm	800
pH	7.00-8.00	6.4
Cloro	< 0.5 ppm	0 ppm
Dureza	< 100 ppm	85 ppm
Recuento total	< 500 UFC/100 ml	< 10 UFC
<i>E. coli</i>	Ausencia	Ausente

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 365.

Se tomaron muestras en diferentes días a la semana, una vez a la semana, por 5 semanas, para tener una muestra representativa.

Se comprobó que el agua para descarte no es potable ya que necesita y no cuenta con la presencia de cloro necesaria según la normal Coguanor y las recomendaciones de la OMS. En cuanto a la dureza del agua, se puede considerar como agua ligeramente dura, por lo que se puede trabajar por mejorar la dureza. La conductividad del agua también se puede considerar como ligeramente alta, esto puede deberse a la presencia de residuos de los detergentes utilizados durante el lavado de las botellas. La calidad microbiológica del agua es excelente, eso puede deberse a la calidad con la que se exige que las botellas deben quedar limpias.

## 2.5. Análisis de agua de desecho de último enjuague de lavado de botellas

La propuesta consiste que potabilizar el agua de desecho para que pueda ser utilizada para el uso general de la planta de fabricación de India Quiché. Para esto se realizó la investigación de los servicios y actividades que se realizan en la planta de fabricación en donde se pueda utilizar esta agua potabilizada proveniente como desecho de la máquina de lavado de botellas. Los datos se presentan en la siguiente tabla:

Tabla III. Consumo de agua potable de la planta India Quiché

Servicio	Uso diario galones/día	Uso anual galones/año
Servicios sanitarios/duchas	1,500	360,000
Lavado de áreas diario	2,300	552,000
Lavado de áreas semanal	1,800	86,928
Lavado de insumos y herramientas	900	216,000
Limpieza general (intendencia)	500	120,000
Total	7,000	1,168,000

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 365.

La metodología utilizada fue la siguiente: se observó y se midió el volumen utilizado por cada actividad que implica el uso de agua potable y se proyectó el número de veces que se realiza por un día rutinario. Este resultado se proyectó por 5 días de trabajo a la semana, cuatro semanas al mes y 12 meses al año, como se representa en la siguiente formula:

Agua utilizada \* (galones por uso) \* (usos por día)= galones usados por día

(Galones usados por día) \* (5 día/semana) \* (4 semanas/mes) \* (12 meses/año)= galones usados por año

Se puede ver que el consumo de agua potable al año (1,168,000 galones/año) supera casi por triplicado al volumen proyectado que se podría recuperar del lavado de botellas (358,000 galones al año), por lo que se puede lograr cubrir parcialmente la demanda de uso potable con la reutilización del agua de desecho del lavado de botellas.

## **2.6. Plan para reutilizar el agua de desecho de la máquina de lavado de botellas**

De acuerdo con los análisis realizados se presenta el plan para utilizar el agua de desecho, para lo cual se tiene previsto lo siguiente:

- Recolectar el agua de desecho mediante una tubería PVC dirigida a una cisterna de agua potable.
- Bomba.
- Potabilizar el agua agregando cloro, para lo cual es recomendable la instalación de un clorinador automático en línea y para mejorar la dureza y conductividad colocar una columna de resina catiónica/aniónica.
- Almacenar el agua potabilizada en la cisterna para su posterior uso.
- Conectar la cisterna a la tubería de agua potable de la planta, para que pueda darse el uso de esta agua.

### **2.6.1. Plan de inversión**

El plan representa el proyecto de inversión donde se proporciona los detalles de la información necesaria a los investigadores o inversionistas para evaluar la rentabilidad del proyecto.

### **2.6.2. Instalación del tratamiento**

- Cisterna de agua: la construcción de la cisterna dentro de la fábrica se ve prevista en la parte superior de los baños, la cisterna ideal para dicho proyecto tiene una capacidad de 1000 litros y está fabricada de un material de polietileno de alta densidad, con esto se logrará resguardar el agua recuperada para el uso de los baños, duchas, limpieza, lavamanos, entre otros, el precio de venta de la cisterna es de Q.15 174,14.
- Clorinador automático: el clorinador automático ayuda a inyectar cierta cantidad de cloro para la purificación del agua directamente desde la tubería, sin necesidad de tener algún compartimiento especial para tratarla por aparte, ya que según los análisis del agua el último enjuague se encuentra en buenas condiciones para la reutilización dentro de la fábrica, especialmente en los baños y en los aspectos de limpieza de la planta. El costo del aparato es de Q. 1 624,23.
- Columna de resina catiónica/aniónica: la columna de resina es de suma importancia para el proyecto, ya que es una operación que separación que se basa en la transferencia de materia fluido-sólido, donde la resina se utiliza para suavización del agua dura. El costo de la columna de resina tiene un precio de Q 10 000.
- Bomba de agua monofásica: la bomba de agua de superficie horizontal se caracteriza por ser utilizada fuera del agua, con ella se tiene garantizado el recorrido del agua para la cisterna, en fábrica se encuentran dos bombas monofásicas que no son utilizadas y son ideales para el sistema.

- Tubería de PVC: las tuberías de PVC son ideales para conexiones de agua potable o pluviales y una presión de menos de 45 psi, la fábrica cuenta con la tubería de PVC, accesorios, pegamento y todo lo necesario para las conexiones, ya que se están realizando modificaciones de algunos recorridos por mantenimiento.

Teniendo ya los gastos previstos y la mano de obra interna se desarrolla el total y el beneficio a continuación:

$$\text{Gastos: } 15,174.14 + 1624.23 + 10,000 = \text{Q. } 26,798.37$$

En la época de verano en Santa Cruz del Quiché, como en muchos lugares de Guatemala, se sufre de escasez de agua, incluyendo los pozos que se tienen en la fábrica, por lo que se ven en la necesidad de comprar agua para su funcionamiento, por ello el proyecto sirve para ahorrar el agua. A continuación se desarrolla el precio del agua y litros que se necesitan en época de verano.

Un camión de agua tiene la capacidad de 45 toneles, con un precio de Q. 200.

- Galones que tiene un camión de agua

$$45 \text{ tonles} * \frac{117.34 \text{ litros}}{1 \text{ tonel}} = 5,280.3 \text{ litros} = 1394.91 \text{ galones}$$

- Consumo de agua diaria dentro de la fábrica

$$7000 \text{ galones por dia} * 100 \text{ dias} = 700,000 \text{ galones}$$

- Cálculo de pipas de agua

$$700,000 / 1397.91 = 501.82 \text{ pipas de camion}$$

- Cálculo de gasto por 100 días de escasez de agua

$$501.82 * 200 = Q. 100,364.89$$

Este es el consumo por 100 días de escasez de agua, ya que el resto de días se ha logrado obtener el agua con algo de problemas algunas veces.

- Cálculo de uso del agua en baños al año si el pozo se seca

$$\frac{1,168,000}{1394.91} = 837.33 \text{ pipas de agua}$$

- Cálculo de gasto en consumo de agua en baños en un año si el pozo se seca

$$837 * 200 = Q. 167,400$$

Esta es una suposición de solo lo que se gastaría en los baños y limpieza durante un año, si en dado caso el pozo se seca por completo.

- Ahorro del proyecto

$$358,000 / 1394.91 = 256.6 * 200 = Q. 51,320$$

### **2.6.3. Resultados proyectados en la disminución de costos**

Se espera la disminución de costos en el ahorro aproximado de 358,000 galones de agua potable al año, lo que se ve traducido en Q. 51 320. Observando el ahorro y el monto de inversión se espera el retorno de la inversión en el primer año de puesta en marcha del proyecto.

Por otro lado, se sugirió realizar campañas de concientización sobre el consumo del agua dentro de la fábrica, ya que el consumo diario se podría utilizar en una semana, como se demostró en los cálculos de recuperación de la máquina lavadora de botellas: que en 3 días se recuperaría 7 473,776 galones. Se tendría un ahorro considerable, ya que con los cálculos demostrados se ahorraría en los 100 días de escasez la cantidad de Q.100 364,89 y, si en dado caso se secase el pozo, tendrían un ahorro de Q. 167 400, que sería de gran beneficio.

Además, se tiene el impacto ambiental, ya que la fábrica India Quiché estaría disminuyendo el gasto total de agua, lo que beneficia a la comunidad de Santa Cruz del Quiché al tener procesos más amigables con el ambiente.



### **3. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL**

La fase técnico-profesional abarcó una investigación de las necesidades actuales de la fábrica.

#### **3.1. Descripción del proyecto**

La fábrica de refrescos India Quiché no cuenta con instructivos de cómo se deber realizar un mantenimiento adecuado para la maquinaria activa, se tomó en cuenta solo las principales máquinas de producción, ya que se necesitaba priorizar el buen funcionamiento para no tener ningún percance al momento de producción. Se elaboró un plan de mantenimiento detallando paso a paso cómo se deber realizar los diferentes mantenimientos que aplican a las principales máquinas activas.

#### **3.2. Manual de mantenimiento preventivo/correctivo para la planta de tratamiento del agua**

El manual de mantenimiento es una guía detallada que describe los procedimientos y técnicas para mantener y reparar los equipos, asegurando el funcionamiento de manera efectiva y eficiente.

##### **3.2.1. Contenido**

Se desarrolla un manual para un buen funcionamiento del sistema de purificación del agua.

### 3.2.2. Tema

Manual de mantenimiento preventivo/correctivo del sistema de agua potable de refrescos India Quiché.

### 3.2.3. Ámbito al que pertenece

Este documento respalda el cumplimiento en los siguientes ámbitos:

X	Calidad
X	Salud y seguridad en el trabajo
X	Ambiental
	Soporte
	Administrativo

### 3.2.4. Propósito

El mantenimiento preventivo es aquel que se realiza de manera anticipada, con el fin de prevenir el surgimiento de averías en los artefactos, equipos electrónicos, vehículos automotores, maquinarias pesadas, entre otros.

El mantenimiento correctivo es un grupo de diversas técnicas, destinadas a corregir las fallas del equipo que tengan la necesidad de reparación o reemplazo. Esto corrige los errores del equipo que dependen de la intervención para obtener su funcionamiento inicial. Este mantenimiento no depende de las programaciones, y se tiene una alta posibilidad de que no se cuente con repuestos necesarios en bodega.

### **3.2.5. Alcance**

Prevenir fallas, averías y errores en los equipos de producción.

### **3.2.6. Lineamientos**

Los lineamientos del manual de mantenimiento son los principios básicos y directrices que se utilizan para establecer el contenido y la estructura del manual.

#### **3.2.6.1. Es responsabilidad del jefe de mantenimiento**

- Reportar cualquier falla o indicación de fallas al supervisor y/o ingeniero de producción para su atención.
- Es responsabilidad del encargado de adquisiciones, y del jefe de mantenimiento, mantener un inventario de refacciones de uso frecuente.
- Notificar a la gerencia de producción cuando se presente una falla de causa mayor, es decir, paro total del equipo y/o maquinaria.
- Retroalimentar al encargado de adquisiciones de fábrica de refrescos India Quiché sobre los proveedores de bienes y/o contratación. mediante el formato por orden de servicios de mantenimiento correctivo / preventivo.

#### **3.2.6.2. Es responsabilidad del personal de mantenimiento**

- Atender de forma inmediata las órdenes de servicio para mantenimiento correctivo / preventivo que sean requeridas.

- Informarse de las causas reales de la falla o paro de la maquinaria y/o equipo y notificar al supervisor y/o gerente de producción.
- Efectuar el mantenimiento correctivo / preventivo por orden de prioridad las fallas para el mantenimiento correctivo / preventivo de acuerdo a los siguientes criterios:
  - Fallas que pongan en riesgo la integridad física del personal.
  - Fallas que representen el paro total o parcial del equipo y/o maquinaria.
  - Fallas que pongan en riesgo la calidad del producto.
- Notificar al jefe y/o supervisor de mantenimiento inmediatamente si durante el mantenimiento correctivo / preventivo se detecta la intervención de personal especializado y/o cambiar refacciones.

**3.2.6.3. Es responsabilidad de la gerencia de administración y finanzas**

- Proveer de las herramientas, refacciones y equipo necesarios para realizar el mantenimiento correctivo a la brevedad posible y, en su defecto, autorizar la contratación de servicios especializados.

**3.2.6.4. Planeación**

Es el proceso donde se definen los objetivos, el alcance, la audiencia, el contenido y la estructura del manual de mantenimiento efectivo.

Tabla IV. **Ejecución de planeación**

No.	Descripción de la actividad	Actor
1	Recibe del usuario solicitud verbal de servicio de mantenimiento. <b>NOTA:</b> ➤ Para el caso de oficinas, solicitar el servicio o al jefe y/o supervisor de mantenimiento, quien llevará el desarrollo y control del formato de orden de servicio para mantenimiento.	Personal de mantenimiento
2	Se presenta con el usuario, le entrega un formato de orden de servicio de mantenimiento, el cual deberá requisar y ejecutar el trabajo solicitado.	Personal de mantenimiento
3	En caso de atender varias órdenes de servicio de mantenimiento simultáneamente, determina la prioridad en el numeral 2 del punto 6 de este procedimiento.	Jefe de mantenimiento y/o supervisor de mantenimiento

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 365.

### 3.2.6.5. **Ejecución**

Es el proceso de implementar las acciones y procedimientos descritos en el manual para llevar a cabo el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos y sistemas de la planta industrial.

Tabla V. **Método de realización**

No.	Descripción de la actividad	Actor
4	Realizar diagnóstico de falla en el equipo y/o	Personal de mantenimiento
5	<b>No se requiere servicio externo especializado.</b> Se programan y se ejecutan las actividades de mantenimiento correctivo/ preventivo.	Personal de mantenimiento
6	Verificar las condiciones mecánicas o de sistemas, según la naturaleza de la falla reportada.	Personal de mantenimiento
7	¿El usuario recibe de conformidad el equipo y/o maquinaria?	Personal de mantenimiento
8	<b>No.</b> Continuar con la actividad 6	Personal de mantenimiento
9	<b>Sí.</b> Se obtiene firma de conformidad del usuario en orden de servicio de mantenimiento.	Personal de mantenimiento

Continuación de la tabla V.

10	<b>Sí se requiere servicio externo especializado.</b> Generar una solicitud de orden de servicio de mantenimiento.	Jefe de mantenimiento y/o supervisor de mantenimiento
11	Se envía la solicitud de servicio en original a la oficina del gerente de producción y 2 copias al departamento de recursos.	Jefe de mantenimiento y gerente de producción
12	Se lleva a solicitud, donde se le asigna folio y sello de recibido. Mantenimiento se queda con una copia para su control.	Jefe de mantenimiento y compras
13	Se comunica con el servicio externo especializado para solicitar el apoyo técnico requerido.	Jefe de mantenimiento y/o supervisor de mantenimiento
14	Personal externo realiza diagnóstico. ¿Se requieren refacciones?	Personal externo
15	<b>No.</b> Continuar con actividad 6.	Personal externo
16	<b>Sí.</b> Se elabora requisición y se lleva almacén para asignarse folio del sistema.	Jefe de mantenimiento y/o supervisor de mantenimiento
17	Se continua con actividad 6.	Personal externo

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 365.

### 3.2.6.6. Control

Es el proceso de supervisar y actualizar la documentación regularmente para garantizar la utilidad y relevancia del manual de mantenimiento.

Tabla VI. Descripción de control de documentos

No.	Descripción de la actividad	Actor
1	Archivar las órdenes de servicio de mantenimiento correctivo y el reporte del técnico externo en el expediente de cada máquina.	Jefe de mantenimiento y/o supervisor de mantenimiento

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 365.

### 3.2.6.7. Evaluación / mejora

Es un proceso continuo que busca asegurar que el manual se encuentre actualizado y sea efectivo en el logro de los objetivos de mantenimiento de la planta industrial.

Tabla VII. Revisión de mejora

No.	Descripción de la actividad	Actor
1	Revisa los pendientes y mejoras a realizar en el mantenimiento correctivo / preventivo	Personal de mantenimiento

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 365.

### 3.3. Objetivo

La purificación del agua se convierte en la materia prima para la producción de bebidas carbonatadas, por lo que las instalaciones, operaciones y desempeño de los activos deben funcionar correctamente y cumplir con las especificaciones de calidad que exige Coguanor 29001 Agua Potable, 2010.

#### 3.3.1. Alcance

Este manual se aplica para el mantenimiento preventivo/correctivo del sistema de purificación de agua de grado alimenticio en la fábrica refrescos India Quiché S.A.

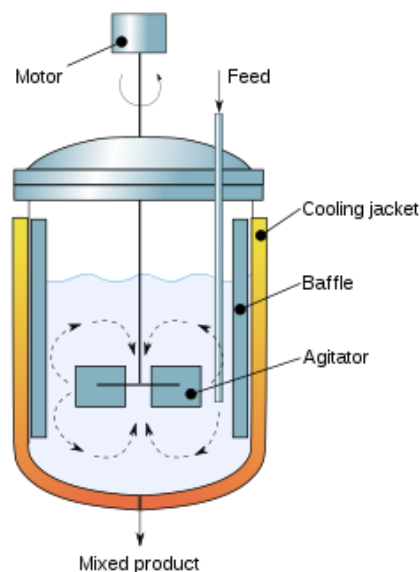
### 3.4. Equipos del sistema de purificación de agua potable

Es un conjunto de equipos y procesos diseñados para eliminar impurezas y contaminantes del agua, con el fin de producir agua segura y potable para el consumo humano.

#### 3.4.1. Tanque reactor

Este tanque reactor se encuentra ubicado en el área de tratamiento de agua y cuenta con una capacidad de 1000 Lt. Este se utiliza para llevar a cabo una reacción química, entre varias sustancias. El objetivo principal del tanque reactor para agua es eliminar las sustancias no deseadas que contiene el agua y dejarlas al fondo para su expulsión.

Figura 7. Tanque reactor



Fuente: Wikipedia. (2022). *Reactor de tanque agitado continuo*. Consultado el 10 de febrero de 2023. Recuperado de [https://es.wikipedia.org/wiki/Reactor\\_de\\_tanque\\_agitado\\_continuo](https://es.wikipedia.org/wiki/Reactor_de_tanque_agitado_continuo).



El tanque reactor cuenta con 3 capas, en ellas el agua fluye para seguir con el proceso de purificación. Cada capa tiene como trabajo eliminar los residuos no deseados que contiene el agua desde su extracción. Este equipo cuenta con todos los elementos necesarios para realizar su función: motor eléctrico con agitador vertical, llaves para muestreo de medición pH, llave de expulsión del agua, para conseguir las mezclas homogéneas deseadas.

### 3.4.2. Agitador vertical

Es un motor eléctrico que posee un 1 HP y cuenta con un eje y hélice en AISI 316, que se mueve a una velocidad de 1500 rpm.

Figura 8. Agitador vertical



Fuente: Todo Productividad (2013). *Calculador de los requerimientos de potencia de un agitador*. Consultado el 12 de agosto de 2022. Recuperado de <http://todoproductividad.blogspot.com/2013/03/calculador-de-los-requerimientos-de.html>.

### **3.4.3. Medidor de velocidad**

El medidor de velocidad determina los rpm con que gira el eje y la hélice para eliminar los residuos no deseados que contiene el agua desde su extracción, el tiempo promedio en que el medidor realiza una lectura del giro trabajando a una velocidad de 1500 rpm es de 1 a 2 minutos.

Figura 9. **Medidor de velocidad**



Fuente: [Fotografía de David Aroldo Coxaj Vicente]. (Quiché, Guatemala, 2021). Colección particular. Guatemala.

### **3.4.4. Llaves de medición de pH**

Estas 3 llaves se encuentran una para cada capa del tanque reactor para la medición del pH del agua y establecer la dosificación del químico agregado.

Figura 10. **Llaves de medición de pH**



Fuente: [Fotografía de David Aroldo Coxaj Vicente]. (Quiché, Guatemala, 2021). Colección particular. Guatemala.

### 3.4.5. **Llave de expulsión**

Esta llave se encarga de vaciar el tanque y expulsar los residuos que quedan en el fondo, y también de vaciar al tanque por completo para realizar el mantenimiento adecuado.

Figura 11. **Llave de expulsión**



Fuente: [Fotografía de David Aroldo Coxaj Vicente]. (Quiché, Guatemala, 2021). Colección particular. Guatemala.

### **3.4.6. Químico reactivo**

El químico recomendable a utilizar en el tanque o depósito reactor es el cloro, ya que es un químico eficaz y en cantidad adecuada no daña la salud del consumidor.

El cloro suele ser usado en la forma de ácido hipocloroso para eliminar bacterias y otros organismos vivos en los suministros de agua potable.

### **3.4.7. Mantenimiento preventivo del tanque reactor**

El mantenimiento preventivo del tanque reactor se debe realizar cada 6 meses, cumpliendo el siguiente procedimiento:

- Se debe abrir la llave de expulsión, para vaciar el tanque reactor y extraer las partículas sólidas pegadas en las paredes y pisos del tanque.
- Al momento de estar completamente vacío, se deberá utilizar agua a una presión alta para las paredes junto con un cepillo para una limpieza y extracción de residuos no deseados.
- Por dentro se aplicará una capa de pintura anticorrosiva, que se cambiará cada 12 meses, se debe tener en cuenta que la superficie donde se aplicará la pintura anticorrosiva debe estar libre de impurezas como grasa, humedad, polvo, residuos de pintura anterior, entre otros contaminantes.

- Es aconsejable utilizar un limpiador desengrasante o limpiadores líquidos a base de pino, naranja u otros cítricos.
- Se recomienda usar rodillo o brocha para aplicar la pintura. Para obtener una pintura más pareja se deberá utilizar pintura en aerosol.
- Una vez que se pinte la superficie es necesario esperar el tiempo de secado correcto y no manipularla antes de aplicar una segunda mano. Para el exterior del tanque reactor se necesita aplicar dos capas de pintura.
- En el medidor de velocidad se debe limpiar y aplicar las capas de anticorrosivo y revisar que no exista fractura del metal.
- El agitador vertical es un motor eléctrico monofásico al cual se le realiza una limpieza superficial.

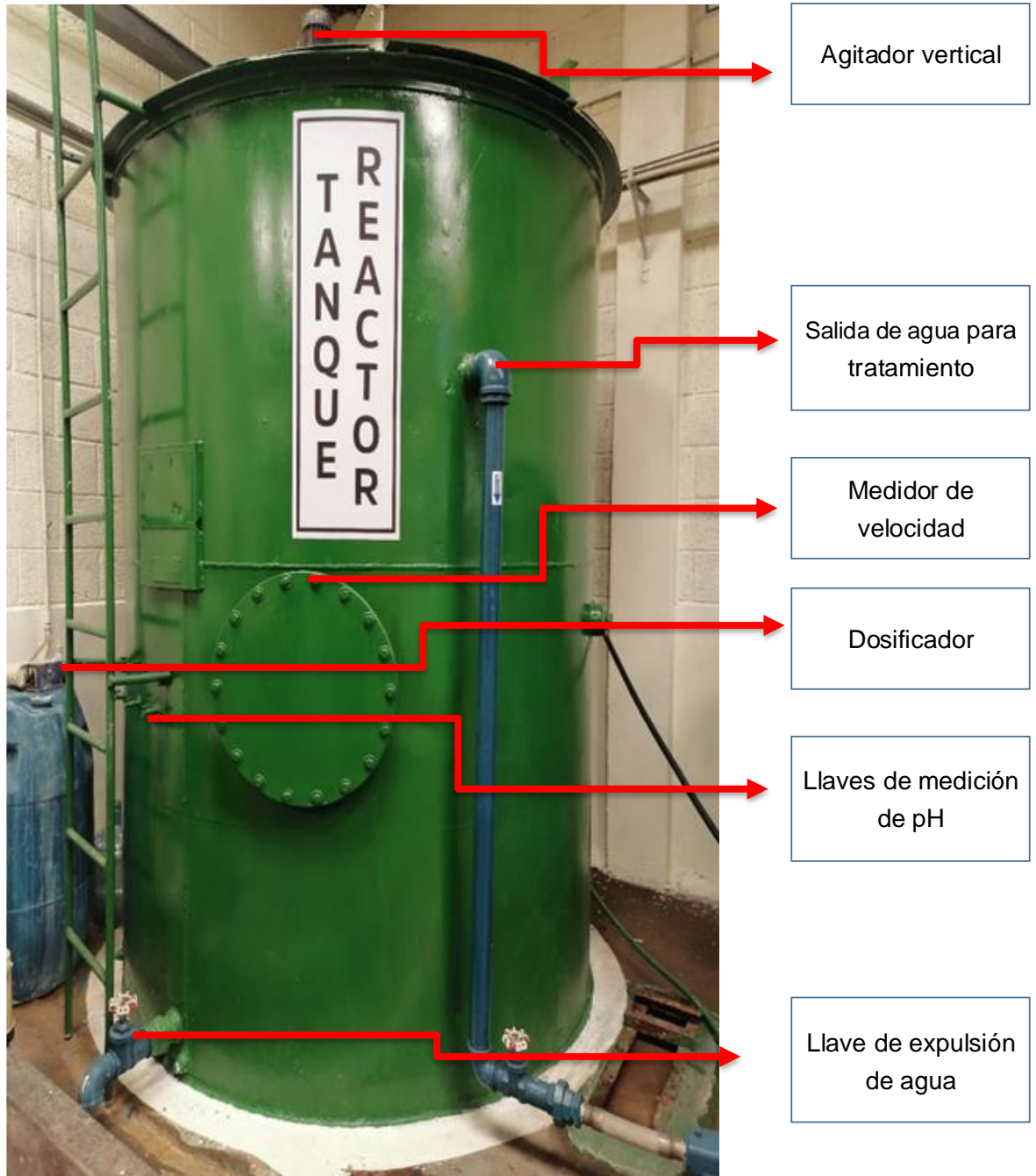
#### **3.4.8. Mantenimiento correctivo de tanque reactor**

El mantenimiento correctivo del tanque reactor se realiza al momento de sufrir una falla imprevista o cuando se detecta alguna falla durante el mantenimiento preventivo, tomando en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Si alguna llave de medición del pH presenta alguna fuga se debe cambiar cuando sea necesario y soldar adecuadamente.
- La llave de expulsión es una llave de compuerta, si esta presenta fuga de agua se debe reemplazar.



Figura 12. Tanque del reactor



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2019.

### **3.4.9. Filtro de arena**

El filtro de arena se utiliza para el tratamiento de aguas con carga de sólidos y turbidez. Gracias a su lecho filtrante con base sílex y antracita se consigue captar estos sólidos en suspensión del agua reteniéndolos en el interior del filtro.

El proceso de filtración del agua industrial mediante este tipo de sistemas consiste en su paso por el interior del filtro, consiguiendo una precipitación en profundidad de los sólidos en suspensión y materia orgánica que se encuentre en el agua a tratar.

Este proceso se desarrollará de forma constante hasta la saturación del medio filtrante, sílex/antracita. En ese momento se deberá proceder a realizar un lavado contracorriente en el interior del equipo de filtración, con el objetivo de mandar a vertido todos los sólidos y materia orgánica captados en su interior. Este contralavado se podrá realizar mediante el accionamiento de válvulas manuales o la activación de válvulas automáticas.

Para el diseño de un filtro de agua con lecho de arena se debe tener en cuenta la velocidad de paso del agua a tratar por su interior, sabiendo que, dependiendo de sus características, es posible trabajar a velocidades más o menos altas.



Figura 13. **Filtro de arena**



Fuente: [Fotografía de David Aroldo Coxaj Vicente]. (Quiché, Guatemala, 2021). Colección particular. Guatemala.

#### **3.4.10. Mantenimiento preventivo del filtro de arena**

El mantenimiento preventivo del filtro de arena se debe realizar cada año. Si es necesario se debe realizar antes, si se observa escombros o basura que contenga el agua. Procedimiento:

- Se debe quitar la tapa superior y cerrar las llaves de entrada del agua al filtro.
- Se debe revisar la superficie de la arena si se encuentra muy desgastada.
- Revisar la cantidad de arena si aún es la indicada.
- Se debe observar si tiene forma pastosa y, al momento de palpar la arena, si tiene una sensación de fineza y soltura se debe cambiar.

- Al momento de terminar, asegurarse de cerrar bien la tapa superior para no producir alguna fuga.

#### **3.4.11. Filtro de carbón**

Los lechos de carbón activado adsorben material orgánico de bajo peso molecular y aditivos oxidantes. Son utilizados para lograr ciertos atributos de calidad y para proteger ciertas reacciones a las superficies de acero inoxidable. Las cuestiones operativas principales relativas a dichos lechos incluyen: la preferencia de este material a desarrollar crecimiento bacteriano, la posibilidad de formación de canales, la capacidad de adsorción orgánica, las velocidades de flujo de agua y tiempo de contacto adecuado, la incapacidad de regeneración en lugar y el desprendimiento de bacterias, endotoxinas, productos químicos orgánicos y partículas finas de carbón. Por esto las medidas de control incluyen: monitorear las velocidades de flujo y de las presiones diferenciales, la higienización con agua caliente o vapor, el lavado a contracorriente, las pruebas de capacidad de adsorción y el reemplazo frecuente del lecho de carbón.

Figura 14. **Filtro de carbón**



Fuente: [Fotografía de David Aroldo Coxaj Vicente]. (Quiché, Guatemala, 2021). Colección particular. Guatemala.

#### **3.4.12. Mantenimiento preventivo del filtro purificador de carbón**

El mantenimiento preventivo del filtro purificador de carbón se debe realizar cada 5 años, si es necesario se debe realizar antes del tiempo, si se observa un olor o sabor alto en cloro en las muestras diarias, siguiendo este proceso:

- Se debe remover la tapa superior con precaución.
- Se debe realizar una limpieza con agua y un cepillo en todas las partes internas del cilindro, el cepillo a utilizar debe ser exclusivamente solo para esta labor.

- Dentro del cilindro se encuentra diferentes tamaños de carbón activado granulado, ya que este se ordena del más grande en el fondo hasta el más pequeño.
- Observar si los tamaños del carbón granulado aún son adecuados, si no lo son se deben cambiar y colocarlos como se mencionó en el inciso anterior.
- No debe utilizarse cloro, detergentes, solventes, ni ningún producto agresivo para su limpieza.
- Al momento de terminar la limpieza y el cambio de carbón activado granular, se debe colocar la tapa superior y asegurar correctamente, esto evitará el ingreso de agentes externos no deseados.

#### **3.4.13. Filtro pulidor**

La función de este filtro es detener las impurezas pequeñas (sólidos de hasta 5 micras). Los pulidores son fabricados en polipropileno grado alimenticio (FDA). Después de este paso se puede tener agua brillante y cristalina.

Figura 15. **Filtro pulidor**



Fuente: [Fotografía de David Aroldo Coxaj Vicente]. (Quiché, Guatemala, 2021). Colección particular. Guatemala.

#### **3.4.14. Mantenimiento preventivo de filtro pulidor**

El mantenimiento preventivo del filtro pulidor se debe realizar cada 6 meses, siguiendo este procedimiento:

- Se debe liberar la presión que existe en el filtro y la tubería auxiliar.
- Remover la tapa superior con cuidado.

- Se remueve el filtro para lavar internamente las paredes del tanque con agua y un cepillo, el cepillo se usará exclusivamente para este filtro.
- Al momento de sacar el filtro se debe colocar en un recipiente donde quepa el filtro pulidor y llenar  $\frac{3}{4}$  de su tamaño con agua purificada y colocarle 5 ml de cloro.
- Al momento de estar preparado el paso anterior se debe introducir de los 2 lados el filtro varias veces.
- Terminado el paso anterior se debe sumergir un lapso de 20 minutos el filtro pulidor y retirarlo al terminar el tiempo.
- Al momento de terminar los pasos anteriores se debe llenar nuevamente el recipiente  $\frac{3}{4}$  de su capacidad con agua purificada.
- Se debe introducir de los 2 lados varias veces el filtro, esto ayuda a eliminar los residuos de cloro que contenga el filtro.
- Terminado el paso anterior se debe armar el filtro y sellar la tapa superior para colocarlo en su lugar.

#### **3.4.15. Luz ultravioleta**

Se utilizan lámparas UV a presión reducida que emiten una longitud de onda de 254 nm para el control microbiano.

El purificador de agua de luz ultravioleta funciona a través de la utilización de radiación mediante lámparas de silicio cuarzo. En este filtro, a diferencia de otros, el agua no se detiene para el proceso de purificación, el agua fluye con naturalidad y las lámparas hacen su trabajo.

Figura 16. **Luz ultravioleta**



Fuente: [Fotografía de David Aroldo Coxaj Vicente]. (Quiché, Guatemala, 2021). Colección particular. Guatemala.

#### **3.4.16. Mantenimiento preventivo de filtro de luz ultravioleta**

El mantenimiento preventivo del filtro de luz ultravioleta se debe realizar cada 6 meses.

- Se debe retirar la barra del lugar y levantar la tapa superior con cuidado.
- No tocar con las manos desnudas las lámparas al manipularlas, se debe utilizar guantes de látex como norma habitual.
- Si se aprecia suciedad en el cristal de cuarzo de las lámparas, deben limpiarse con alcohol isopropílico y un tejido suave antes de encender.

- Comprobar que el cabezal de lámpara está limpio y en buen estado antes de instalar la lámpara. Si se aprecia suciedad superficial debe limpiarse antes de colocar la lámpara nueva, prestando especial atención a los reflectores.
- Respetar siempre los tiempos de enfriamiento una vez se apaguen las lámparas. Omitir este punto acortará su vida sustancialmente.
- Evitar encendidos cortos muy frecuentes, ya que dañan los electrodos de tungsteno contaminando el interior del bulbo.
- Mantener una rutina de chequeo del equipo para garantizar el mantenimiento y limpieza de las lámparas y resto de componentes.
- Se debe almacenar las lámparas ultravioleta en un lugar seco con una temperatura ambiente sin excesos de calor o frío, y debidamente identificadas.

#### **3.4.17. Tanques de almacenamiento**

Los tanques almacenamiento se incluyen como parte de los sistemas de distribución de agua para optimizar la capacidad del equipo de procesamiento. El almacenamiento también permite el mantenimiento de rutina dentro del tratamiento previo, mientras se mantiene un suministro continuo de agua para satisfacer las necesidades de producción.



Figura 17. **Tanques de almacenamiento**



Fuente: [Fotografía de David Aroldo Coxaj Vicente]. (Quiché, Guatemala, 2021). Colección particular. Guatemala.

#### **3.4.18. Mantenimiento preventivo del tanque CIP**

El mantenimiento preventivo del tanque CIP se debe realizar cada 2 meses.

- Cerrar la llave de ingreso de agua purificada al tanque y abrir la llave de salida para vaciar su interior.
- Retirar la tapa superior y observar que se vacíe por completo, no se debe agitar el resto ni la suciedad que contenga.

- Debe limpiar las paredes y el fondo con un cepillo de plástico y no debe usar cepillos de metal ni ningún elemento como jabón, detergente, entre otros.
- Vaciar el depósito completamente y enjuagar varias veces. Esto eliminará los residuos por la válvula de desagüe.
- Llenar el tanque por la mitad. Agregar, por cada 1000 litros, 2 litros de lejía concentrada o 1 litro de hipoclorito de sodio, mientras se llena el tanque.
- Luego de estar lleno el tanque se debe dejar actuar los componentes por lo menos 3 horas.
- Al momento de terminar se vacía el tanque y se debe enjuagar varias veces para eliminar el exceso de cloro, de una manera que se efectúe el lavado y desinfección del mismo.

#### **3.4.19. Tanque presurizado**

El tanque precargado está construido en acero al carbón, lo que le proporciona robustez y durabilidad. El cuerpo del tanque está montado sobre una base resistente y ligera, que le proporciona estabilidad mecánica. Tiene excelente resistencia a la corrosión debido a su acabado en pintura electrostática horneada, la que le da un acabado perfecto liso y con alto brillo. La membrana cuenta con expansión bidimensional controlada, es resistente y no tiene costuras, lo que previene su ruptura y el posterior golpeteo de la bomba. La membrana hace que el agua nunca esté en contacto con las partes de acero del tanque; viene en presentación traslúcida, lo que facilita su

inspección de control de calidad durante su ensamble. El tanque contiene una precarga de aire con nitrógeno, lo que disminuye la fuga de aire de 3 a 4 veces comparado con una precarga de solo aire. El tanque tiene una precarga de 40 psi, listo para usarse en sistemas calibrados a 40-60 psi.

Figura 18. **Tanque presurizado**



Fuente: [Fotografía de David Aroldo Coxaj Vicente]. (Quiché, Guatemala, 2021). Colección particular. Guatemala.

### **3.4.20. Mantenimiento correctivo de tanque presurizado**

El mantenimiento correctivo del tanque presurizado se realiza cuando la presión es baja y el agua no llega a los lugares como debería.

- Desconectar la bomba de la electricidad.

- Revisar la conexión eléctrica, si existe algún cortocircuito.
- Se debe revisar las tuberías y sus conexiones si no existe alguna fuga.
- Revisar la presión del tanque que se mantenga arriba de 40 psi.
- Si se encuentra menor de 30 psi se debe restablecer el corte de presión correcta.

#### **3.4.21. Bomba dosificadora**

Una bomba dosificadora es un tipo de bomba cuyo objetivo es inyectar un químico líquido en cualquier tipo de fluido. Este químico se suele inyectar en pequeñas cantidades (bien por sus efectos en el proceso o por su coste), por lo que la bomba debe posibilitar un control preciso a la hora de la inyección.

Figura 19. **Bomba dosificadora**



Fuente: [Fotografía de David Aroldo Coxaj Vicente]. (Quiché, Guatemala, 2021). Colección particular. Guatemala.

### **3.4.22. Mantenimiento correctivo de bomba dosificadora**

El mantenimiento correctivo de la bomba dosificadora se realiza si la dosificación de cloro se eleva en las pruebas de pH que se realizan a diario.

- Antes de efectuar el mantenimiento se debe utilizar guantes y gafas protectoras.
- Desconectar la bomba de la pared y vaciar el tubo de aspiración y el tubo de impulsión.
- Se debe circular agua por el cabezal.
- Se debe quitar la tuerca de la válvula de inyección y sumergir en un contenedor con agua los tubos de impulsión y el filtro.
- Luego se circula en ácido muriático por 10 minutos para eliminar los cristales que se adhirieron.
- Luego se aspira agua por 5 minutos.
- Luego se coloca la bomba en la pared, se fija el tubo impulsor a la válvula de inyección, se activa la bomba dosificadora y se verifican los resultados.

### **3.4.23. Bombas de desplazamiento positivo o volumétricas**

La bomba de desplazamiento positivo es la encargada de suministrar una cantidad de flujo mediante la contracción y expansión mecánica de un diafragma flexible. Esta bomba es de tipo rotatorio, y es ideal para la industria de alimentos que maneja líquidos de alta viscosidad o donde están presentes sólidos sensibles. La bomba de desplazamiento positivo trabaja a un bajo caudal y alta presión para la distribución del agua.

Figura 20. **Bombas de desplazamiento positivo**



Fuente: [Fotografía de David Aroldo Coxaj Vicente]. (Quiché, Guatemala, 2021). Colección particular. Guatemala.

### **3.4.24. Mantenimiento preventivo de bomba de desplazamiento positivo**

El mantenimiento preventivo/correctivo se realiza cada 12 meses o si surge falla inesperada.

- Desconectar el motor y retirarlo de su montaje.
- Verificar si el motor o bomba de agua tiene una conexión trifásica o monofásica.
- Desconectar los cables de los bornes y tomar en cuenta las conexiones para que el giro siga en el mismo sentido al volver a colocarlo si es trifásica.
- Quitar los pernos o tornillos que sujetan la carcasa delantera y trasera para desmontar la parte interna.
- Verificar que el rotor se encuentre en buenas condiciones, ya que esta es la parte mecánica que le da fuerza al giro.
- Cambiar los cojinetes delanteros y traseros, ya que estos sufren desgaste mediante los giros, estos pueden estar desbalanceados o atorados y pueden provocar que el motor eléctrico ya no logre dar un giro correcto. Se recomienda cambiar los cojinetes cada 6 meses.
- Verificar los retenedores de los cojinetes si están en buenas condiciones para cumplir el trabajo deseado. Si se verifica que se encuentran en mal estado, se recomienda cambiarlos.
- Verificar que el impulsor no cuente con alguna fractura o se encuentre dañado. De lo contrario se necesitará cambiar lo antes posible.
- Inspeccionar que la parte del embobinado no se encuentre dañada o quemada, de lo contrario se recomienda cambiar de motor eléctrico. Si no hay problema seguir con el paso 10
- Montar de nuevo todos los componentes en su lugar y asegurarse que queden como estaban en un principio.
- Verificar que sea el giro correcto del impulsor, si no es así verificar las conexiones dependiendo si es trifásico o monofásico.

### **3.5. Manual de mantenimiento preventivo/correctivo de máquina lavadora de botellas**

El manual de mantenimiento es una guía detallada que describe los procedimientos y técnicas para mantener y reparar los equipos, asegurando el funcionamiento de manera efectiva y eficiente.

#### **3.5.1. Contenido**

Se desarrolla un manual para un buen funcionamiento para la máquina lavadora de botellas.

#### **3.5.2. Tema**

Manual de mantenimiento preventivo/correctivo para la máquina lavadora de botellas de refrescos India Quiché.

#### **3.5.3. Ámbito al que pertenece**

Este documento respalda el cumplimiento en los siguientes ámbitos:

X	Calidad
X	Salud y seguridad en el trabajo
	Ambiental
	Soporte
	Administrativo



### **3.5.4. Propósito**

El mantenimiento preventivo es aquel que se realiza de manera anticipada con el fin de prevenir el surgimiento de averías en los artefactos, equipos electrónicos, vehículos automotores, maquinarias pesadas, entre otros.

El mantenimiento correctivo es un grupo de diversas técnicas destinadas a corregir las fallas del equipo que tengan la necesidad de reparación o reemplazo. Esto corrige los errores del equipo que dependen de la intervención para obtener su funcionamiento inicial. Este mantenimiento no depende de las programaciones, y se tiene una alta posibilidad de que no se cuente con repuestos necesarios en bodega.

### **3.5.5. Alcance**

Prevenir fallas, averías y errores en los equipos de producción.

### **3.5.6. Lineamientos**

Los lineamientos del manual de mantenimiento son los principios básicos y directrices que se utilizan para establecer el contenido y la estructura del manual.

#### **3.5.6.1. Es responsabilidad del jefe de mantenimiento**

- Reportar cualquier falla o indicación de fallas al supervisor y/o ingeniero de producción para su atención.

- Es responsabilidad del encargado de adquisiciones, y del jefe de mantenimiento, mantener un inventario de refacciones de uso frecuente.
- Notificar a la gerencia de producción cuando se presente una falla de causa mayor, es decir, paro total del equipo y/o maquinaria.
- Retroalimentar al encargado de adquisiciones de fábrica de refrescos India Quiché sobre los proveedores de bienes y/o contratación, mediante el formato por orden de servicios de mantenimiento correctivo / preventivo.

#### **3.5.6.2. Es responsabilidad del personal de mantenimiento**

- Atender de forma inmediata las órdenes de servicio para mantenimiento correctivo / preventivo que sean requeridas.
- Informarse de las causas reales de la falla o paro de la maquinaria y/o equipo y notificar al supervisor y/o gerente de producción.
- Efectuar el mantenimiento correctivo / preventivo por orden de prioridad de las fallas para el mantenimiento correctivo / preventivo de acuerdo a los siguientes criterios:
  - Fallas que pongan en riesgo la integridad física del personal.
  - Fallas que representen el paro total o parcial del equipo y/o maquinaria.
  - Fallas que pongan en riesgo la calidad del producto.
- Notificar al jefe y/o supervisor de mantenimiento inmediatamente si durante el mantenimiento correctivo / preventivo se detecta la intervención de personal especializado y/o cambiar refacciones.

### 3.5.6.3. Es responsabilidad de la gerencia de administración y finanzas

- Proveer las herramientas, refacciones y equipo necesario para realizar el mantenimiento correctivo a la brevedad posible y, en su defecto, autorizar la contratación de servicios especializados.

### 3.5.6.4. Planeación

Es el proceso donde se definen los objetivos, el alcance, la audiencia, el contenido y la estructura del manual de mantenimiento efectivo.

Tabla VIII. Ejecución de planeación

No.	Descripción de la actividad	Actor
1	Recibe del usuario, solicitud verbal de servicio de mantenimiento. <b>NOTA:</b> ➤ Para el caso de oficinas, solicitar el servicio o al jefe y/o supervisor de mantenimiento, quien llevará el desarrollo y control del formato orden de servicio para mantenimiento.	Personal de mantenimiento
2	Se presenta con el usuario, le entrega un formato de orden de servicio de mantenimiento, el cual deberá requisar y ejecutar el trabajo solicitado.	Personal de mantenimiento
3	En caso de atender varias órdenes de servicio de mantenimiento simultáneamente, determina la prioridad en el numeral 2 del punto 6 de este procedimiento.	Jefe de mantenimiento y/o supervisor de mantenimiento

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 365.

### 3.5.6.5. Ejecución

Es el proceso de implementar las acciones y procedimientos descritos en el manual para llevar a cabo el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos y sistemas de la planta industrial.

Tabla IX. Método de realización

No.	Descripción de la actividad	Actor
4	Realizar diagnóstico de falla en el equipo y/o.	Personal de mantenimiento
5	<b>No se requiere servicio externo especializado.</b> Se programan y se ejecutan las actividades de mantenimiento correctivo/ preventivo.	Personal de mantenimiento
6	Verificar las condiciones mecánicas o de sistemas, según la naturaleza de la falla reportada.	Personal de mantenimiento
7	¿El usuario recibe de conformidad el equipo y/o maquinaria?	Personal de mantenimiento
8	<b>No.</b> Continuar con la actividad 6.	Personal de mantenimiento
9	<b>Sí.</b> Se obtiene firma de conformidad del usuario en orden de servicio de mantenimiento.	Personal de mantenimiento
10	<b>Sí se requiere servicio externo especializado.</b> Generar una solicitud de orden de servicio de mantenimiento.	Jefe de mantenimiento y/o supervisor de mantenimiento
11	Se envía la solicitud de servicio en original a la oficina del gerente de producción y 2 copias al departamento de recursos.	Jefe de mantenimiento y Gerente de producción
12	Se lleva a solicitud donde se le asigna folio y sello de recibido. Mantenimiento se queda con una copia para su control.	Jefe de mantenimiento y compras
13	Se comunica con el servicio externo especializado para solicitar el apoyo técnico requerido.	Jefe de mantenimiento y/o supervisor de mantenimiento
14	Personal externo realiza diagnóstico. ¿Se requieren refacciones?	Personal externo
15	<b>No.</b> Continuar con actividad 6.	Personal externo
16	<b>Sí.</b> Se elabora requisición y se lleva a almacén para asignarse folio del sistema	Jefe de mantenimiento y/o supervisor de mantenimiento
17	Se continúa con actividad 6.	Personal externo

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 365.

### 3.5.6.6. Control

Es el proceso de supervisar y actualizar la documentación regularmente para garantizar la utilidad y relevancia del manual de mantenimiento.

Tabla X. Descripción de control de documentos

No.	Descripción de la actividad	Actor
1	Archivar las órdenes de servicio de mantenimiento correctivo y el reporte del técnico externo en el expediente de cada máquina.	Jefe de mantenimiento y/o supervisor de mantenimiento

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 365.

### 3.5.6.7. Evaluación / mejora

Es un proceso continuo que busca asegurar que el manual se encuentre actualizado y sea efectivo en el logro de los objetivos de mantenimiento de la planta industrial.

Tabla XI. Revisión de mejora

No.	Descripción de la actividad	Actor
1	Revisa los pendientes y mejoras a realizar en el mantenimiento correctivo / preventivo	Personal de mantenimiento

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 365.

### **3.6. Objetivo**

La purificación del agua se convierte en la materia prima para la producción de bebidas carbonatadas, por lo que las instalaciones, operaciones y desempeño de los activos deben funcionar correctamente y cumplir con las especificaciones de calidad que exige Coguanor 29001 Agua Potable, 2010.

#### **3.6.1. Alcance**

Este manual se aplica para el mantenimiento preventivo/correctivo del sistema de purificación de agua de grado alimenticio en la fábrica de refrescos India Quiché S.A.

### **3.7. Máquina lavadora de botellas**

La máquina lavadora de botellas ha sido diseñada para cumplir con las exigencias de la empresa de refrescos India Quiché. Tiene la capacidad amplia de enjuague, para obtener una limpieza perfecta y con un bajo costo de operación.

En la construcción de esta máquina se ha reunido las experiencias de muchos años de ingenieros, como también las valiosas referencias de las prácticas, en síntesis, una intensiva labor de investigación, como resultado se diseñó y fabricó una máquina con economía en funcionamiento, una técnica de lavado adecuada y seguridad biológica.

Se diseñó y construyó casi en su totalidad en acero forjado para una mayor duración contra la corrosión. Se estableció con normas referentes al grado de limpieza de las botellas aplicado en la máquina lavadora de botellas

retornables, estas cumplen con los requisitos establecidos de limpieza de botellas comerciales en Guatemala tanto como en cualquier otro país.

La máquina lavadora de botellas reúne los cuatro factores primordiales necesarios para obtener envases completamente limpios y biológicamente estériles: agua caliente, solución, prolongado tiempo de remojo y múltiples enjuagues de alta presión. La máquina lavadora de botellas utiliza sus mecanismos con una suavidad de marcha, economía de fuerza en su ejecución, conservación en sus partes mecánicas y un mínimo gasto de mantenimiento, destacando el montaje de sus ejes sobre rodamientos que se alinean entre si fácilmente.

### **3.7.1. Detalle de sus componentes**

Sus partes funcionales son: mando principal, mandos auxiliares, cadena portacanastos, canastos portabotellas, control de las temperaturas, tuberías colectoras, movimiento de tuberías de inyecciones, mesa de carga de botellas como prelavado, compartimientos de inmersión o remojo, zona hydro, consunción alcalina, enjuagues internos y externos, último enjuague, drenaje, salida rotativa, comando eléctrico, controles y seguros. La máquina de lavado de botellas, con ajustes para diferentes tamaños de botellas de vidrio y con todo lo anterior, realiza un trabajo eficaz y una limpieza profunda para el beneficio de los consumidores.

### **3.7.2. Mando principal**

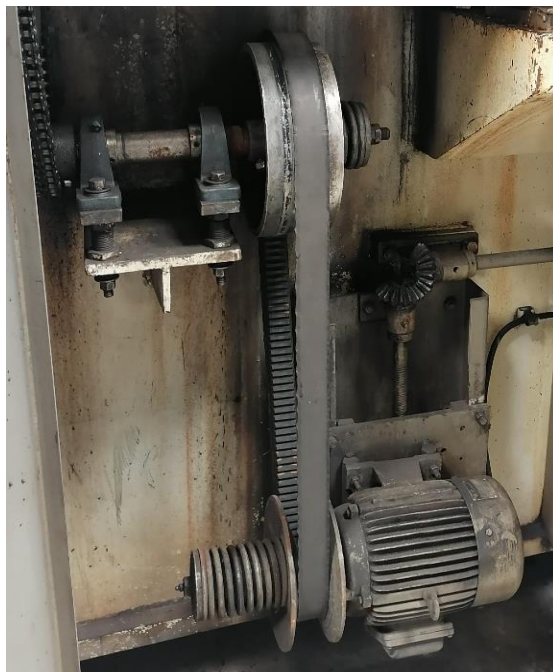
Esta lavadora utiliza un sistema único de mando, compuesto por un motor eléctrico y engranajes mediante una correa de forma trapezoidal dentada. El motor antes mencionado es de doble eje, llevando incorporado en uno de sus

extremos un regulador de velocidad de accionamiento mecánico manual con amplio rango de regulación y en el otro extremo lleva acoplado el freno neumático, que asegura una inmediata parada de la máquina ante cualquier inconveniente indicado por sus sistemas de seguridad.

### 3.7.3. Motor eléctrico

El mantenimiento del motor eléctrico es de carácter delicado, ya que se necesita en óptimo funcionamiento para no causar paradas del proceso de lavado de botellas. Se procede a lo siguiente:

Figura 21. **Motor colocado**



Fuente: [Fotografía de David Aroldo Coxaj Vicente]. (Quiché, Guatemala, 2021). Colección particular. Guatemala.



#### **3.7.4. Mantenimiento preventivo del mando principal**

El mantenimiento preventivo que se realiza al mando principal de la máquina de lavado de botellas se debe realizar cada seis meses, siguiendo el procedimiento desarrollado a continuación:

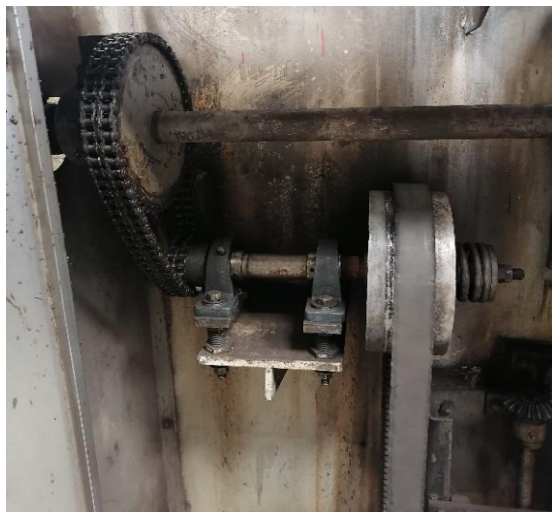
- Se debe realizar una limpieza con aire seco a baja presión y, en su defecto, con un paño seco, ejerciendo una presión considerable para eliminar el exceso de polvo, grasa u otro agente externo, esto se debe realizar cada 2 semanas.
- Probar la resistencia en aislamiento y conexión eléctrica.
- Comprobar la carga de arranque.
- Se debe comprobar el engrase y estado de rodamientos.
- Comprobar si el motor está equilibrado y no ha cambiado de posición.
- Realizar una inspección visual para ver si alguna varilla de seguridad se encuentra rota en carcasa, amarres, conexiones, tornillos, ventilación, entre otros.
- Comprobar el estado de la polea (si existe algún daño o si tiene algún roce).
- Checando lo anterior se procede a desmontar y desarmar.

- Se comprueba las conexiones eléctricas por si existe algún cable con sobrecarga eléctrica.
- Comprobar lubricación y estado de rodamientos.
- Se debe comprobar la buena ventilación y calentamientos anormales.
- Prestar atención a los ruidos anormales, olor a quemado y vibraciones.

### **3.7.5. Engranajes dentados**

Los engranajes del mando principal tienen diferentes tamaños, estos son los encargados de movilizar varias articulaciones de la máquina, tienen un diseño muy duradero y están hechas de hierro fundido.

Figura 22. **Engranaje ejemplo**



Fuente: [Fotografía de David Aroldo Coxaj Vicente]. (Quiché, Guatemala, 2021). Colección particular. Guatemala.

### **3.7.6. Mantenimiento preventivo**

El mantenimiento preventivo de los engranajes y las cadenas se debe realizar cada seis meses, como se desarrolla a continuación:

- Se debe realizar una inspección de engranajes y cadenas por si existe desgaste después de 24 horas, 100 horas o 500 horas. Después se debe realizar cada 12 meses.
- En los engranajes se debe observar si el alineamiento es el correcto.
- En los engranajes se debe realizar una lubricación apropiada, esto se debe realizar con grasa y debe aplicarse lo suficiente.

### **3.7.7. Mando auxiliar**

Estas son unas cadenas ampliamente dimensionadas para las cargas que soportan, por lo tanto, se asegura su positiva y larga duración. Los ejes con mando y los de guía de cadenas portacanastas están montados sobre rodamientos a una rótula con mangos de fijación y en cajas herméticas especialmente diseñadas para tal fin.

### **3.7.8. Cadenas**

Las transmisiones por cadenas son las más empleadas cuando se demanda grandes cargas en los accionamientos con alta eficiencia y sincronismo de velocidad en los elementos de rotación. El tipo de cadena que se utiliza en la máquina de lavado de botellas es de rodillos y su clasificación es de impulsadoras, ya que estas transmiten la energía mecánica de un árbol a otro.

Figura 23. **Cadena de mando**



Fuente: [Fotografía de David Aroldo Coxaj Vicente]. (Quiché, Guatemala, 2021). Colección particular. Guatemala.

### **3.7.9. Mantenimiento preventivo**

El mantenimiento preventivo que se realiza en las cadenas de la máquina de lavado de botellas se debe realizar cada seis meses siguiendo los procedimientos que se presentan a continuación:

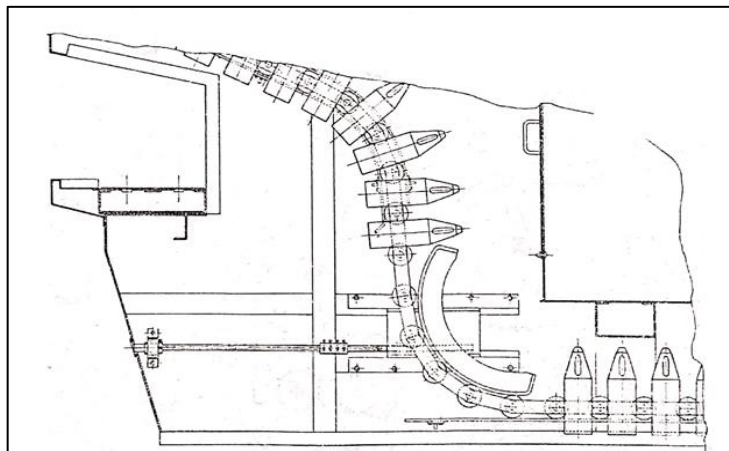
- Se debe realizar una inspección para buscar si existe algún tipo de problema como: picaduras, desgaste de los dientes, ruido extremo, desgaste lateral de las placas en los eslabones de la cadena, rotura en los rodillos, cadena rígida o cadena sobrecalentada durante el trabajo.
- Se debe realizar semestralmente el alargamiento de la cadena usada. Si en caso presenta un alargamiento del 2-3 % de su longitud se recomienda realizar un cambio.

- Realizar una limpieza donde se quitará algún tipo de agente externo no deseado.
- En las cadenas se debe realizar una lubricación apropiada, esto se debe realizar con grasa y debe aplicarse lo suficiente.

### 3.7.10. Cadenas portacanas

En estas cadenas los pernos, bujes y rodillos son de un acero adecuado para el trabajo y con su correspondiente tratamiento térmico para soportar las temperaturas al momento de trabajar. Cada uno de los eslabones lleva soldado un soporte que cuenta con un tornillo soldado en el cual se fijarán los canastos portabotellas.

Figura 24. Cadenas portacanas



Fuente: [Fotografía de David Aroldo Coxaj Vicente]. (Quiché, Guatemala, 2021). Colección particular. Guatemala.

### **3.7.11. Mantenimiento correctivo**

El mantenimiento correctivo que se realiza en la cadena portacanasto de la máquina de lavado de botellas se debe realizar si se observa alguna falla al realizar el mantenimiento preventivo de sus componentes o si sufre algún tipo de desperfecto en cualquier momento, puede tener algún tipo de falla que no se tenga prevista como se mencionará a continuación:

- Los pernos, bujes y rodillos están unidos y pueden tener alguna fisura o rotura, por lo cual se debe reparar con el cambio y en su defecto reparar con soldadura.
- La soldadura de los soportes puede tender a desprenderse por el peso que soportan de las canastas portabotellas.

### **3.7.12. Canastos portabotellas**

Se construyen de dos tipos: los cerrados, que son autoentrantes, es decir que las botellas quedan totalmente dentro de ellos, y los abiertos, en los cuales los cuellos de las botellas sobresalen. En ambos casos se fabrican con chapa de acero estampada y soldada. Sus dimensiones son de acuerdo al tamaño de las botellas de 365 ml con las que se trabaja en la fábrica de refrescos India Quiché. Su diseño posibilita evacuar fácilmente la suciedad, las etiquetas y cualquier otro cuerpo extraño que presenten los envases. Todos los canastos portabotellas de una máquina están unidos entre sí mediante eslabones articulados, pudiendo extraerse independientemente cada uno.

Figura 25. **Canastos para botellas**



Fuente: [Fotografía de David Aroldo Coxaj Vicente]. (Quiché, Guatemala, 2021). Colección particular. Guatemala.

### **3.7.13. Mantenimiento preventivo**

El mantenimiento preventivo que se realiza en los canastos portabotellas de la máquina de lavado de botellas se debe realizar cada seis meses, como se establece a continuación:

- Se debe realizar una limpieza uno por uno para extraer algún agente externo.
- Se debe observar si las soldaduras se encuentran en buena condición, en caso contrario se debe reforzar la soldadura.
- Se debe apretar los tornillos que sujetan las fila donde van las botellas, ya que se aflojan durante las jornadas de trabajo.

### **3.7.14. Control de la temperatura**

Es realizado mediante válvulas automáticas, en cada uno de los distintos compartimientos de inmersión. Estas válvulas son las encargadas de abrir o

cerrar el paso de vapor del colector a las serpentinas del compartimiento, de acuerdo a la necesidad de mantener la temperatura de la solución alcalina que se maneja de 66°C / 151°F para las botellas de vidrio, y son comandadas por un bulbo colocado en el interior del tanque.

### **3.7.15. Mantenimiento correctivo**

El mantenimiento correctivo que se realiza al control de temperatura de la máquina de lavado de botellas se debe realizar si se observa alguna falla al realizar el mantenimiento preventivo de sus componentes o si sufre algún tipo de desperfecto en cualquier momento, que pueda tener algún tipo de falla que no se tenga prevista como se mencionará a continuación:

- Si la temperatura sobrepasa los 66°C / 151°F, ya que el control de temperatura puede estar dañado por el tiempo o al momento de realizar el drenado de los tanques.

### **3.7.16. Prelavado**

Después de ser colocadas las botellas en los canastos, estos suben y antes de entrar a los compartimientos de inmersión las botellas reciben una inyección de agua a presión que les quita el grueso de la suciedad y las va atemperando para evitar choques térmicos.



Figura 26. **Ingreso al prelavado**



Fuente: [Fotografía de David Aroldo Coxaj Vicente]. (Quiché, Guatemala, 2021). Colección particular. Guatemala.

### **3.7.17. Compartimientos de inmersión**

El diseño de la maquinaria se compone de 2 espacios de inmersión donde las botellas se sumergen en una mezcla que contiene 1 000 g de sosa cáustica en un contenedor de una capacidad de almacenaje total de 1 000 litros de agua, este se mantiene a una temperatura de 66°C / 151°F para las botellas

de vidrio, con ello las botellas se sumergen para eliminar todo rastro de microorganismos y suciedad adquirida al momento de estar vacía.

Figura 27. **Inmersión, vista desde arriba**



Fuente: [Fotografía de David Aroldo Coxaj Vicente]. (Quiché, Guatemala, 2021). Colección particular. Guatemala.

### **3.7.18. Mantenimiento preventivo**

El mantenimiento preventivo que se realiza en los tanques de la máquina de lavado de botellas se da cada seis meses, excepto el primer compartimento que se realiza cada trimestre, siguiendo los procedimientos que se presentan a continuación:

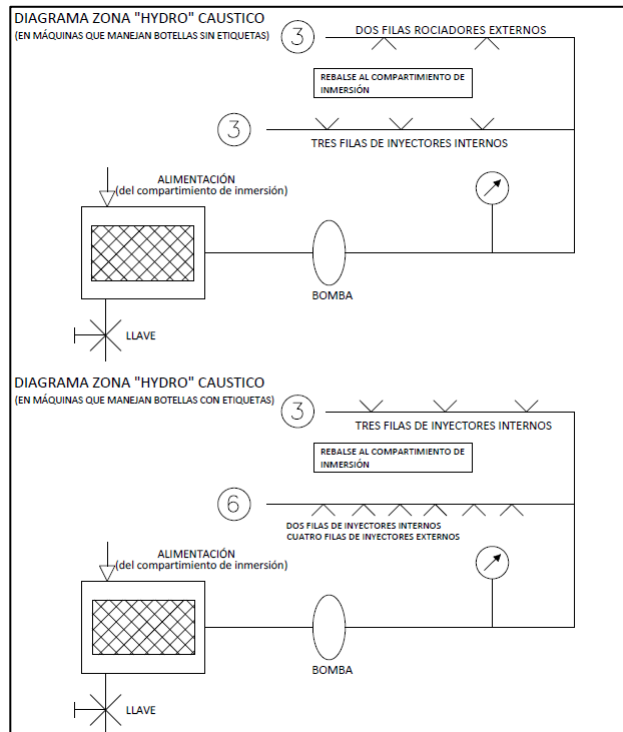
- Se debe vaciar el tanque por completo.

- Llenar el tanque  $\frac{1}{4}$  de su capacidad.
- Limpiar las paredes y el fondo con un cepillo largo o escoba de plástico, nunca se debe usar un cepillo de metal y ningún tipo de detergente.
- Llenar el tanque a la mitad con agua y agregar, por cada 1 000 litros, 1 litro de hipoclorito de sodio a medida que se llene el tanque.
- Luego de que el tanque esté lleno se debe dejar actuar como un mínimo de 3 horas la solución.
- Al finalizar se debe drenar el tanque y quedará listo para usar.

### **3.7.19. Zona hydro con solución alcalina**

Esta es una etapa muy importante del proceso de lavado de las botellas y siempre se localiza entre dos compartimientos de inmersión, lo que posibilita las inyecciones internas a gran presión y que el rociado externo sea producido con solución alcalina de alto porcentaje y una elevada temperatura.

Figura 28. Zona hydro



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2019.

### 3.7.20. Enjuagues internos y externos

Después de salir las botellas del último compartimento de inmersión, comienzan las zonas de enjuague internas y externas, donde las botellas entran y se elimina la mayor parte de suciedad para luego entrar al último enjuague.

### 3.7.21. Último enjuague

Esta etapa es la última fase del lavado de las botellas, consta de dos hileras de inyectores internos y dos hileras de rociadores externos, se utiliza agua potable proveniente de la fuente de agua y a una temperatura ambiente.

### **3.7.22. Mantenimiento preventivo**

El mantenimiento preventivo de rociadores de la máquina de lavado de botellas se da cada seis meses siguiendo los procedimientos que se presentan a continuación:

- Sacar y limpiar los filtros de malla de los tanques de agua recuperada y agua recirculada. Esta operación se debe realizar cuando las bombas no están en funcionamiento. Es de hacer notar que, cuando más libre de suciedad se encuentren los cedazos, más fácil será la limpieza de inyectores y rociadores.
- Retirar y limpiar las tuberías de inyección internas, tanto de la zona hydro como de las estaciones de enjuague.
- Revisar inyectores y rociadores. Si se encuentran obstruidos se deben limpiar y una vez realizada esta operación se colocarán nuevamente en los tubos de la máquina, cuidando que se encuentren en el lugar correspondiente.

### **3.7.23. Drenaje**

Después del último enjuague las botellas deben recorrer un largo espacio antes de salir de la máquina. De esta forma se asegura un perfecto vaciado interior y también la total eliminación de restos de agua de los fondos cóncavos.

### **3.7.24. Salida rotativa**

Las botellas se descargan automáticamente por propia gravedad, perfectamente guiadas por las levas rotativas de accionamiento continuo que

las desplazan suavemente hasta el transportador de descarga en forma de movimiento constante.

Figura 29. **Salida de botellas**



Fuente: [Fotografía de David Aroldo Coxaj Vicente]. (Quiché, Guatemala, 2021). Colección particular. Guatemala.

### **3.7.25. Mantenimiento preventivo de levas de botellas**

El mantenimiento preventivo de la leva rotativa de la máquina de lavado de botellas se da cada seis meses siguiendo los procedimientos que se presentan a continuación:

- Inspeccionar si el eje de giro no sufrió desgaste o fractura, si presenta daño se recomienda cambiar el eje.

- El brazo oscilante deberá apretarse en las uniones y, si presenta alguna deformidad, se deberá aplicar un tratamiento térmico para restaurarlo.
- Se debe lubricar con grasa la leva para un buen funcionamiento.

### 3.7.26. Comando eléctrico

Un tablero ubicado enfrente de la descarga de las botellas herméticamente cerrado, contiene todos los componentes necesarios para la operación eléctrica de la máquina.

Figura 30. Mando eléctrico



Fuente: [Fotografía de David Aroldo Coxaj Vicente]. (Quiché, Guatemala, 2021). Colección particular. Guatemala.

### **3.7.27. Mantenimiento preventivo**

El mantenimiento preventivo del tablero de la máquina de lavado de botellas se da cada seis meses, siguiendo los procedimientos que se presentan a continuación:

- Se debe limpiar la superficie con un paño seco y otro húmedo que contengan detergente limpiador.
- Revisar las conexiones eléctricas para que no sufran algún corto circuito.
- De ser necesario, se deben cambiar los focos que se encuentren quemados.

### **3.8. Limpieza de los compartimientos de inmersión**

Para la limpieza de estos compartimientos no hay una forma fija ni uniforme, puesto que muchos son factores que influyen para que el lapso sea mayor o menor. Algunos de esos factores son: volumen de producción, cantidad y tipo de suciedad removidas durante la producción, el grado de suciedad que contenga la botella al entrar a la máquina, temperatura y porcentaje cáustico de la solución, entre otros. El primer compartimiento debe ser drenado y limpiado más frecuentemente, cada trimestre de operación. Los compartimientos restantes no necesitan un mantenimiento constante y se pueden realizar cada seis meses. Si la demanda de producción aumenta de tal manera que se duplica o triplica los lotes de bebidas, se debe realizar las inspecciones necesarias.



### **3.8.1. Incrustaciones y desincrustaciones**

La formación de incrustaciones es sumamente perjudicial, tanto para la calidad del lavado de las botellas, como para la máquina. Los componentes causales de incrustaciones son generalmente hidróxido de calcio, sulfato de sodio, carbonato de sodio y otros sulfatos y carbonatos. Si el agua tiene tendencia a formar incrustaciones, y si no es tratada para evitar esa tendencia, se formarán estas en su interior, como también en el interior de las tuberías y esto afectará la calidad del lavado de las botellas.

### **3.9. Manual de mantenimiento correctivo de máquina Roblemix**

El manual de mantenimiento es una guía detallada que describe los procedimientos y técnicas para mantener y reparar los equipos, asegurando el funcionamiento de manera efectiva y eficiente.

#### **3.9.1. Contenido**

Se desarrolla un manual para un buen funcionamiento de la máquina Roblemix

#### **3.9.2. Tema**

Manual de mantenimiento correctivo de la máquina Roblemix de refrescos India Quiché.

#### **3.9.3. Ámbito al que pertenece**

Este documento respalda el cumplimiento en los siguientes ámbitos:

X	Calidad
X	Salud y seguridad en el trabajo
	Ambiental
	Soporte
	Administrativo

#### **3.9.4. Propósito**

El mantenimiento preventivo es aquel que se realiza de manera anticipada, con el fin de prevenir el surgimiento de averías en los artefactos, equipos electrónicos, vehículos automotores, maquinarias pesadas, entre otros.

El mantenimiento correctivo es un grupo de diversas técnicas, destinadas a corregir las fallas del equipo que tengan la necesidad de reparación o reemplazo. Esto corrige los errores del equipo que dependen de la intervención para obtener su funcionamiento inicial. Este mantenimiento no depende de las programaciones y se tiene una alta posibilidad de que no se cuente con repuestos necesarios en bodega.

#### **3.9.5. Alcance**

Prevenir fallas, averías y errores en los equipos de producción.

#### **3.9.6. Lineamientos**

Los lineamientos del manual de mantenimiento son los principios básicos y directrices que se utilizan para establecer el contenido y la estructura del manual.

### **3.9.6.1. Es responsabilidad del jefe de mantenimiento**

- Reportar cualquier falla o indicación de fallas al supervisor y/o ingeniero de producción para su atención.
- Es responsabilidad del encargado de adquisiciones, y del jefe de mantenimiento, mantener un inventario de refacciones de uso frecuente.
- Notificar a la gerencia de producción cuando se presente una falla de causa mayor, es decir, paro total del equipo y/o maquinaria.
- Retroalimentar al encargado de adquisiciones de fábrica de refrescos India Quiché sobre los proveedores de bienes y/o contratación, mediante el formato por orden de servicios de mantenimiento correctivo / preventivo.

### **3.9.6.2. Es responsabilidad del personal de mantenimiento**

- Atender de forma inmediata las órdenes de servicio para mantenimiento correctivo / preventivo que sean requeridas.
- Informarse de las causas reales de la falla o paro de la maquinaria y/o equipo y notificar al supervisor y/o gerente de producción.
- Efectuar el mantenimiento correctivo / preventivo por orden de prioridad de las fallas para el mantenimiento correctivo / preventivo de acuerdo a los siguientes criterios:
  - Fallas que pongan en riesgo la integridad física del personal.
  - Fallas que representen el paro total o parcial del equipo y/o maquinaria.
  - Fallas que pongan en riesgo la calidad del producto.

- Notificar al jefe y/o supervisor de mantenimiento inmediatamente si durante el mantenimiento correctivo / preventivo se detecta la intervención de personal especializado y/o cambiar refacciones.

### 3.9.6.3. Es responsabilidad de la gerencia de administración y finanzas

- Proveer de las herramientas, refacciones y equipo necesarios para realizar el mantenimiento correctivo a la brevedad posible y, en su defecto, autorizar la contratación de servicios especializados.

### 3.9.6.4. Planeación

Es el proceso donde se definen los objetivos, el alcance, la audiencia, el contenido y la estructura del manual de mantenimiento efectivo.

Tabla XII. Ejecución de planeación

No.	Descripción de la actividad	Actor
1	Recibe del usuario solicitud verbal de servicio de mantenimiento. <b>NOTA:</b> Para el caso de oficinas, solicitar el servicio o al jefe y/o supervisor de mantenimiento, quien llevará el desarrollo y control del formato de orden de servicio para mantenimiento.	Personal de mantenimiento
2	Se presenta con el usuario, le entrega un formato de orden de servicio de mantenimiento, el cual deberá requisar y ejecutar el trabajo solicitado.	Personal de mantenimiento
3	En caso de atender varias órdenes de servicio de mantenimiento simultáneamente, determina la prioridad en el numeral 2 del punto 6 de este procedimiento.	Jefe de mantenimiento y/o supervisor de mantenimiento

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 365.

### 3.9.6.5. Ejecución

Es el proceso de implementar las acciones y procedimientos descritos en el manual para llevar a cabo el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos y sistemas de la planta industrial.

Tabla XIII. Método de realización

No.	Descripción de la actividad	Actor
4	Realizar diagnóstico de falla en el equipo y/o.	Personal de mantenimiento
5	<b>No se requiere servicio externo especializado.</b> Se programan y se ejecutan las actividades de mantenimiento correctivo/ preventivo.	Personal de mantenimiento
6	Verificar las condiciones mecánicas o de sistemas, según la naturaleza de la falla reportada.	Personal de mantenimiento
7	¿El usuario recibe de conformidad el equipo y/o maquinaria?	Personal de mantenimiento
8	<b>No.</b> Continuar con la actividad 6.	Personal de mantenimiento
9	<b>Sí.</b> Se obtiene firma de conformidad del usuario en orden de servicio de mantenimiento.	Personal de mantenimiento
10	<b>Sí se requiere servicio externo especializado.</b> Generar una solicitud de orden de servicio de mantenimiento.	Jefe de mantenimiento y/o supervisor de mantenimiento
11	Se envía la solicitud de servicio en original a la oficina del gerente de producción y 2 copias al departamento de recursos.	Jefe de mantenimiento y Gerente de producción
12	Se lleva a solicitud donde se le asigna folio y sello de recibido. Mantenimiento se queda con una copia para su control	Jefe de mantenimiento y compras
13	Se comunica con el servicio externo especializado para solicitar el apoyo técnico requerido	Jefe de mantenimiento y/o supervisor de mantenimiento
14	Personal externo realiza diagnóstico. ¿Se requieren refacciones?	Personal externo
15	<b>No.</b> Continuar con actividad 6.	Personal externo
16	<b>Sí.</b> Se elabora requisición y se lleva a almacén para asignarse folio del sistema.	Jefe de mantenimiento y/o supervisor de mantenimiento
17	Se continua con actividad 6.	Personal externo

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 365.

### 3.9.6.6. Control

Es el proceso de supervisar y actualizar la documentación regularmente para garantizar la utilidad y relevancia del manual de mantenimiento.

Tabla XIV. Descripción de control de documentos

No.	Descripción de la actividad	Actor
1	Archivar las órdenes de servicio de mantenimiento correctivo y el reporte del técnico externo en el expediente de cada máquina.	Jefe de mantenimiento y/o supervisor de mantenimiento.

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 365.

### 3.9.6.7. Evaluación / mejora

Es un proceso continuo que busca asegurar que el manual se encuentre actualizado y sea efectivo en el logro de los objetivos de mantenimiento de la planta industrial.

Tabla XV. Revisión de mejora

No.	Descripción de la actividad	Actor
1	Revisa los pendientes y mejoras a realizar en el mantenimiento correctivo / preventivo.	Personal de mantenimiento.

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 365.

### 3.10. Objetivo

La purificación del agua se convierte en la materia prima para la producción de bebidas carbonatadas, por lo que las instalaciones, operaciones

y desempeño de los activos deben funcionar correctamente y cumplir con las especificaciones de calidad que exige Coguanor 29001 Agua Potable, 2010.

### **3.10.1. Alcance**

Este manual se aplica para el mantenimiento preventivo/correctivo del sistema de purificación de agua de grado alimenticio en la fábrica de refrescos India Quiché S.A.

### **3.11. Roblemix**

Este equipo es para la mezcla, carbonatación y refrigeración del producto. La combinación de todas estas etapas esenciales en una unidad simplifica considerablemente el proceso de producción de bebidas.

Se trata de un equipo para bebidas carbonatadas y, en caso necesario, para bebidas no carbonatadas. Una unidad de mezcla que se complementa con desaireación del agua, carbonatación y módulos de refrigeración. Durante la producción, la unidad funciona con un sistema de recirculación patentado y mantiene todos los parámetros de producción constantes, independientemente de la parada-y-marcha de la línea de alimentación de envasado.

#### **3.11.1. La mezcla**

La producción de bebidas se realiza en dos pasos. En primer lugar, el agua y el jarabe se mezclan en el tanque de mezcla. Para la medición exacta de la cantidad del agua y el jarabe se usan los medidores de flujo de inducción. Segundo, la bebida se mezcla con dióxido de carbono en el eyector. Es posible ajustar la proporción de mezcla y el nivel de carbonación de la bebida.

Figura 31. **Mezcladora**



Fuente: [Fotografía de David Aroldo Coxaj Vicente]. (Quiché, Guatemala, 2021). Colección particular. Guatemala.

### **3.11.2. Principio de operación del Roblemix**

El agua previamente tratada, que cumple con las condiciones necesarias para la fabricación de bebidas, ingresa a través de la válvula neumática al desarenador preenfriador. Dicha válvula está comandada por un flotante que mantiene el nivel constante del agua en el interior de aquel. El desarenador preenfriador es un tanque aislado, cerrado herméticamente, donde se mantiene un vacío controlado por medio de una bomba.



El agua tratada que ingresa al desarenador preenfriador por la válvula llega al pulverizador donde, por el efecto del mismo, se convierte en una fina nube de partículas que caen en una bandeja de distribución, esta fina división de agua permite que por la acción del vacío el agua pierda una gran cantidad del aire contenido en ella. El agua contenida en la bandeja se escurre a través de la misma y forma una fina película que, en contacto con las placas verticales enfriadoras, por las que circula amoníaco líquido a baja temperatura (-5 °C), reduce su temperatura y se deposita en la parte inferior del recipiente hasta un nivel controlado por el flotante mencionado. El agua fría es succionada por la bomba que alimenta uno de los vasos que proporciona a través de la válvula neumática controlada por el flotante.

El segundo vaso del que proporciona recibe a través de la válvula controlada por el flotante el flujo de jarabe necesario para la operación del equipo.

El caudal de la bomba es controlado por la válvula neumática. Esta modula de acuerdo al nivel existente en el vaso de la mezcla. Un flotante a través de una microválvula mantiene constante dicho nivel. Dicha bomba hace ingresar la bebida al carbonatador enfriador. Este es un recipiente aislado y cerrado herméticamente en cuyo interior el CO<sub>2</sub> se encuentra sometido a una presión controlada y registrada automáticamente.

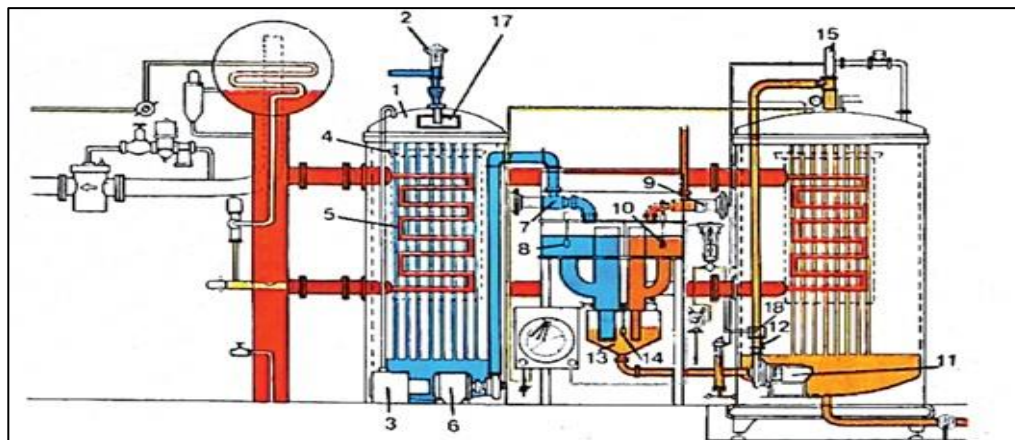
La mezcla que ingresa en el carbonatador a través de la válvula cae sobre una bandeja distribuidora, cuya finalidad es distribuir sobre las placas enfriadoras una fina película que permita su eficaz enfriamiento y, por lo tanto, una correcta absorción de CO<sub>2</sub>. La mezcla así enfriada y carbonatada cae en la parte inferior del recipiente. Un tubo de nivel, unido por su parte inferior al carbonatador en la base del mismo (zona de líquido) y por la parte superior a la

tapa (zona de gas), mantiene, por la acción de 3 electrodos que actúan sobre la bomba de mezcla, un nivel constante de bebida en el interior del recipiente. Esta bebida lista para ser embotellada pasa a través de la válvula a la llenadora.

### 3.11.3. Componentes de la máquina Roblemix

Los componentes de la máquina gasificadora de agua son críticos para su operación y desempeño. Cada uno de los componentes tiene una función específica y el correcto funcionamiento es esencial para lograr la producción y el suministro de agua gasificada de alta calidad.

Figura 32. Roblemix



1. Tanque recipiente desaereador	10. Flotante para jarabe
2. Válvula neumática, entrada de agua	11. Bomba de mezcla
3. Bomba de vacío	12. Válvula de retención
4. Bandeja de distribución	13. Vaso de mezcla
6. Bomba de agua	14. Flotante para mezcla
7. Válvula neumática de agua	15. Válvula de entrada a carbonatador
8. Flotante para agua	16. Válvula de paso a llenadora
9. Válvula neumática para jarabe	17. Pulverizador
	18. Precarbonatad

Fuente: elaboración propia, empleando Illustrator CS 2019.

#### **3.11.4. Detalle de sus componentes**

Los componentes principales para el mantenimiento del Roblemix son: sistema de agua, sistema frío, sistema neumático, microválvula, sistema eléctrico y compresor.

#### **3.11.5. Sistema de agua**

El agua que ingresa al Roblemix proviene de la planta de tratamiento de agua, esta ingresa por una válvula que es accionada neumáticamente, esta realiza la distribución donde llega a la altura del indicador necesaria para comenzar el proceso de mezcla. El agua que ingresa mediante la válvula neumática sale a través de un pulverizador que la convierte en una fina nube de partículas que cae sobre una bandeja de distribución, esta bandeja tiene una serie de perforaciones. Estas permiten un nivel constante de agua en la bandeja y un caudal uniforme de escurrimiento en los agujeros que provocan una fina película sobre las placas de enfriamiento. Cuanto más fina y más uniforme es esta película, menos será a temperatura de esta.

#### **3.11.6. Sistema frío**

Las placas enfriadoras están colocadas verticalmente, un colector de entrada las une en la parte inferior y uno de salida en la parte superior. Las placas son de acero inoxidable. Se someten a dos pruebas de presión de 20 kg/cm<sup>2</sup>, una individual placa por placa y otra formando la batería y antes de ser colocada en el desaerador. El sistema automático de control de temperatura del amoníaco y el mantenimiento de las placas inundadas se verá al tratar el sistema de frío del equipo Roblemix.

### **3.11.7. Sistema neumático**

El aire ingresa al sistema a través de una conexión que pasa a través del filtro, desde allí se conecta a una válvula reductora que se encuentra en el interior del tablero de comando. Esta válvula se regula a 25 psi, presión que se observa en el manómetro colocado en el frente del tablero principal de la válvula reductora de aire, pasa al distribuidor y de allí a la válvula manual. Esta tiene tres posiciones: manual, cerrado y automático. En la primera posición el aire pasa directamente a la microválvula que comanda el sistema. Esta posición se utiliza cuando se inicia la operación del equipo y permite que el agua alcance el nivel correcto. En posición automática el aire que recibe la microválvula pasa a través de una válvula solenoide ubicada en la parte inferior del tablero de comando del proporcionador. Esto permite cerrar el ingreso de agua al desaerador cuando el proporcionador no está funcionando.

### **3.11.8. Alemite**

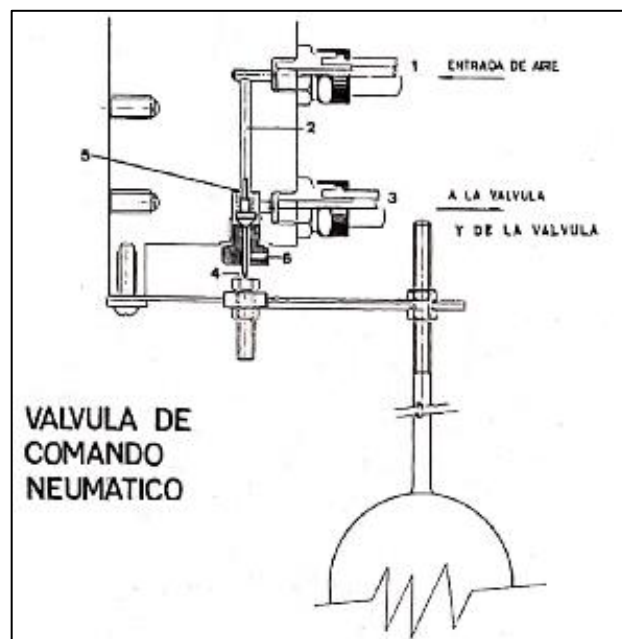
El alemite es un elemento que se utiliza para el engrasado de piezas o partes mecánicas donde la grasa o lubricante debe penetrar, pero no debe salir, es decir debe permanecer dentro de la pieza que se procedió a engrasar.

### **3.11.9. Microválvula**

La micro válvula o válvula moduladora permite transmitir las variaciones de nivel detectadas por el flotante a la válvula neumática. El aire ingresa por una boquilla (1) y pasa a través del conducto a la boquilla (3) que alimenta la válvula neumática. Cuando por acción del flotante, mediante el tornillo de regulación del mismo, se oprime el vástago (4), este cierra el conducto contra el asiento (5), impidiendo el paso del aire hacia la válvula neumática, pero

permitiendo el retorno del aire contenido en la cámara de la válvula y la salida al exterior a través del orificio (6). El doble asiento del vástago de la microválvula modula el ingreso de aire a la válvula de entrada y por lo tanto regula la cantidad de agua que entra al desaereador.

Figura 33. **Válvula neumática**



Fuente: elaboración propia, empleando Adobe Illustrator CS 2019.

### 3.11.10. Sistema eléctrico

Una llave selectora de vacío que indica sí o no, colocada en el tablero de comando, pone en marcha la bomba de vacío, la que permanece funcionando durante toda la operación del Roblemix. Un electrodo de seguridad que se encuentra internamente, al ponerse en contacto con el agua, abrirá el circuito de alimentación de la bobina del contactador de la bomba. El agua alcanzará el

electrodo solo en caso de una operación incorrecta del flotante de control que se acciona internamente.

El electrodo de seguridad está protegiendo a la bomba de vacío. Si esta recibiera a través de la tubería de succión un gran caudal de agua, se inundaría y por lo tanto el esfuerzo de su turbina aumentaría con el peligro de que salte el térmico del contactador.

Figura 34. **Caja de sistema eléctrico**



Fuente: [Fotografía de David Aroldo Coxaj Vicente]. (Quiché, Guatemala, 2021). Colección particular. Guatemala.

### **3.11.11. Motor eléctrico**

El mantenimiento del motor eléctrico es de carácter delicado, ya que se necesita en óptimo funcionamiento para no causar paradas del proceso de lavado de botellas. Se procede a lo siguiente:

Figura 35. **Motor eléctrico**



Fuente: [Fotografía de David Aroldo Coxaj Vicente]. (Quiché, Guatemala, 2021). Colección

### **3.11.12. Mantenimiento preventivo del mando principal (motores eléctricos)**

El mantenimiento preventivo que se realiza al mando principal de la máquina de lavado de botellas se debe realizar cada seis meses, siguiendo el procedimiento desarrollado a continuación:

- Se debe realizar una limpieza con aire seco a baja presión y, en su defecto, con un paño seco ejerciendo una presión considerable para eliminar el exceso de polvo, grasa u otro agente externo, esto se debe realizar cada 2 semanas.

- Probar la resistencia en aislamiento y conexión eléctrica.
- Comprobar la carga de arranque.
- Se debe comprobar el engrase y estado de rodamientos.
- Comprobar si el motor está equilibrado y no ha cambiado de posición.
- Realizar una inspección visual por si alguna varilla de seguridad se encuentra rota, y revisar carcasa, amarres, conexiones, tornillos, ventilación, entre otros.
- Comprobar el estado de la polea por si existe algún daño o si tiene algún roce.
- Checando lo anterior se procede a desmontar y desarmar.
- Se comprueba las conexiones eléctricas por si existe algún cable con sobrecarga eléctrica.
- Comprobar lubricación y estado de rodamientos.
- Se debe comprobar la buena ventilación y calentamientos anormales.
- Prestar atención a los ruidos anormales, olor a quemado y vibraciones.

### **3.11.13. Bomba de agua**

La bomba de desplazamiento positivo es la encargada de suministrar una cantidad de flujo mediante la contracción y expansión mecánica de un diafragma flexible. Esta bomba es de tipo rotatorio, ideal para la industria de alimentos que maneja líquidos de alta viscosidad o donde están presentes sólidos sensibles. La bomba de desplazamiento positivo trabaja a un bajo caudal y alta presión para la distribución del agua.



Figura 36. **Bomba de agua**



Fuente: [Fotografía de David Aroldo Coxaj Vicente]. (Quiché, Guatemala, 2021). Colección particular. Guatemala.

#### **3.11.14. Mantenimiento de bomba de agua**

El mantenimiento preventivo se realiza cada 12 meses o si surge falla inesperada, siguiendo este procedimiento:

- Desconectar el motor y retirarlo de su montaje.
- Verificar si el motor o bomba de agua tienen una conexión trifásica o monofásica.
- Desconectar los cables de los bornes y tomar en cuenta las conexiones para que el giro siga en el mismo sentido al volver a colocarlo si es trifásica.
- Quitar los pernos o tornillos que sujetan la carcasa delantera y trasera para desmontar la parte interna.
- Verificar que el rotor se encuentre en buenas condiciones, ya que esta es la parte mecánica que le da fuerza al giro.

- Cambiar los cojinetes delanteros y traseros, ya que estos sufren desgaste mediante los giros, estos pueden estar desbalanceados o atorados y pueden provocar que el motor eléctrico ya no logre dar un giro correcto. Se recomienda cambiar los cojinetes cada seis meses.
- Verificar los retenedores de los cojinetes por si están en buenas condiciones para cumplir el trabajo deseado. Si se verifica que se encuentran en mal estado, se recomienda cambiarlos.
- Verificar que el impulsor no cuente con alguna fractura o se encuentre dañado. De lo contrario se necesitará cambiar lo antes posible.
- Inspeccionar que la parte del embobinado no se encuentre dañada o quemada, de lo contrario se recomienda cambiar de motor eléctrico. Si no hay problema seguir con el próximo paso.
- Montar de nuevo todos los componentes en su lugar y asegurarse que queden como estaban en un principio.
- Verificar que sea el giro correcto del impulsor, si no es así verificar las conexiones dependiendo de si es trifásico o monofásico.

### **3.11.15. Compresor de amoniaco**

El funcionamiento de la refrigeración con amoníaco consiste en un compresor que comprime hasta la temperatura de condensado el gas seco que viene del separador a temperatura de evaporación y lleva el gas de descarga al condensador, donde el refrigerante se condensa y el calor se disipa.

Figura 37. **Compresor de amoníaco**



Fuente: [Fotografía de David Aroldo Coxaj Vicente]. (Quiché, Guatemala, 2021). Colección particular. Guatemala.

### **3.11.16. Mantenimiento correctivo del compresor de amoníaco**

El mantenimiento correctivo se realiza cuando el compresor sufre alguna emergencia.

- Se debe cambiar las tuberías del compresor por si sufren una fuga.
- El sello del eje de compresor se debe cambiar si presenta alguna fuga.
- El sello de la bomba de aceite se debe cambiar si presenta alguna fuga.
- El regulador de válvula solenoide de enfriamiento se debe cambiar si presenta alguna falla.
- Cambiar el aceite al compresor.
- Cambiar el filtro de aceite al presentar saturación.

### **3.11.17. Mantenimiento correctivo general de la máquina Roblemix**

El mantenimiento correctivo para la máquina Roblemix se realiza al momento de alguna emergencia.

- El eje flotante puede presentar fallas por el almite, se debe lubricar con vaselina en el eje para corregir el problema.
- Si el proporcionador no trabaja al momento de arrancar producción, se debe revisar la válvula ya que puede presentar una falla y se deberá repararla.
- Si los vasos de cierre no cierran, se deberá extraerlos y revisar para reparar.
- Inundación del recipiente de agua o del jarabe, se deberá revisar y limpiar la válvula.
- Si hay pérdida de presión en el carbonatador se deberá desarmar y limpiar el *relay*.
- Falla de enfriamiento, se debe revisar la carga del amoníaco.

## **4. FASE DE DOCENCIA**

### **4.1. Área de capacitación**

La empresa de refrescos India Quiché S.A. se encuentra dividida en 3 diferentes partes: bodega y oficinas, fabricación de proformas y producción, estas se encuentran establecidas en diferentes propiedades en el área de Santa Cruz del Quiché.

Las capacitaciones se establecieron en el área de producción, para ello se debió llevar a cabo lo siguiente: diagnóstico al personal de producción, entrevistas verbales, antecedentes de capacitaciones y plan de capacitación.

### **4.2. Personal a capacitar**

En la actualidad la fábrica cuenta con 2 grupos de personal operativo, estos laboran en las jornadas matutina y vespertina, cada una de las 2 jornadas está compuesta por 11 personas, las cuales se dividieron de la siguiente forma:

- Jefe de operaciones
- Gerente de producción
- Jefe de control de calidad
- Contabilidad
- Supervisores de personal
- Personal operativo de mantenimiento
- Personal operativo
- Personal de higiene de la planta

En total son 11 personas que necesitan las capacitaciones correspondientes, siguiendo la política de la empresa para su mejora continua. Se obtuvo en cuenta las necesidades específicas de la empresa para las diferentes capacitaciones.

#### **4.3. Entrevistas verbales**

Las entrevistas al personal dieron el resultado de personas con entusiasmo de seguir aprendiendo, y la capacidad de su mejora continua en la empresa, por ende, la superación personal.

En dichas entrevistas hubo personal específico que no entendió la mayoría de las preguntas por los términos que se usaron y no obtuvo una explicación más a fondo, los temas impartidos fueron muy repetitivos y no se innovaron, esto consta en el registro de la bitácora que tiene el jefe de producción.

#### **4.4. Diagnóstico del personal**

El personal de refrescos India Quiché cuenta con algunos conocimientos empíricos de lo que es un mantenimiento industrial, no se cuenta con un departamento de mantenimiento para el desarrollo de las actividades de inspección cotidiana.

Se establecerá un plan de capacitación para reforzar los conocimientos del personal que tiene bajo su cargo el área donde se desarrollan las actividades, a corto y largo plazo.

Es útil determinar cuáles son las destrezas que faltan en el equipo o habilidades que los colaboradores pueden pulir, así como planificar programas de capacitación para atender los propósitos de la organización a corto y largo plazo.

#### **4.5. Priorizar**

En la fase de diagnóstico se identificó diversas necesidades en el equipo de operarios clasificadas por jerarquía para el buen funcionamiento y sobre todo una mejora constante.

#### **4.6. Objetivo general a beneficio de la empresa**

El propósito de las capacitaciones es educar a los operarios para un buen mantenimiento de los activos, haciendo énfasis en la importancia y los beneficios de realizar los mantenimientos a tiempo. Teniendo definido el objetivo se procede a transmitir las expectativas a los operarios para obtener un informe de resultados donde se observe las mejoras que se realizaron.

#### **4.7. Antecedentes de capacitaciones**

La fábrica obtuvo algunas capacitaciones por parte de Intecap, el tema relacionado que se impartió se basó de la seguridad industrial, más ellos dieron el punto de vista general de que no lograron captar muchas cosas por falta de conocimiento y falta de herramientas que no les proporcionó la empresa internamente.

#### **4.8. Plan de capacitación**

El plan de capacitación es un movimiento que se desarrolla mediante una planificación, con el propósito general de conocimientos, desarrollo de habilidades y actitudes necesarias para mejorar al personal.

La capacitación se desarrolla en las instalaciones de la fábrica de producción de refrescos India Quiché, S.A. La empresa brindó el apoyo económico para impartirlas, se debió pasar el diagnóstico del personal para analizar y ejecutar los temas de mayor importancia para los trabajadores de la empresa, los temas impartidos tienen relación al mantenimiento industrial. Conociendo los puntos más importantes de capacitación en el personal de la empresa, se buscaron los siguientes temas para impartirlos a los operarios.

##### **4.8.1. ¿Qué es un mantenimiento industrial?**

La importancia de un mantenimiento adecuado a las industrias de producción de alimentos es de suma importancia, en la fábrica de refrescos India Quiché se tiene como objetivo que los operarios sean los encargados de su área de trabajo, los trabajadores que son operarios tienen una antigüedad considerable en la fábrica, conforme el pasar del tiempo han obtenido conocimientos empíricos que han aplicado para el funcionamiento de cada máquina activa, se busca dejar como objetivo principal la superación de cada uno, como también realizar un trabajo adecuado con la supervisión del ingeniero a cargo en su momento.



#### **4.8.2. Mantenimiento preventivo y correctivo**

Un mantenimiento industrial se divide en varios tipos según la necesidad de la empresa, en la fábrica se precisó 2 tipos de mantenimiento, ya que son los más importantes según las condiciones actuales de la fábrica. Los operarios no tienen el conocimiento para diferenciar uno de otro, por ello se brindó una base superficial de los dos tipos de mantenimiento necesarios, con estos se logra informar al departamento de producción que se encuentra a cargo de la fábrica para proceder a programar, ejecutar o corregir la maquinaria activa.

#### **4.8.3. Orden de servicio de mantenimiento**

La fábrica de refrescos carece de una bitácora de los mantenimientos realizados, esto afecta en el seguimiento de la maquinaria activa y su evaluación de rendimiento después de realizar algún mantenimiento, se implantó un formato de orden de servicio para facilitar el seguimiento y establecer la importancia de tener constancia de cada mantenimiento que se realice ya sea planificado o de emergencia. Esto ayuda a tener un control sobre cada activo y que cada operario pueda evaluar lo realizado y su rendimiento al momento de la jornada de trabajo.

#### **4.8.4. Seguridad industrial**

La seguridad industrial es un factor muy importante en las industrias, el personal ha recibido constantes capacitaciones sobre este tema, la fábrica de refrescos ha tenido el apoyo de capacitaciones externas para el desarrollo de esto, el objetivo principal de gerencia es siempre la retroalimentación para evitar algún percance en un futuro. El personal seleccionado tiene dificultad en absorber los conocimientos ya que la mayoría no cuenta con un nivel

académico básico, para ello se impartió los temas más importantes y los más factibles para realizar ejercicios dentro de la empresa para una mayor absorción de lo impartido.

#### **4.8.5. Supervisión efectiva**

Una supervisión es una actividad o conjunto de actividades que se desarrollan en una planta industrial que queda bajo el cargo de una persona, al supervisar y/o dirigir el trabajo del grupo de personas que se encuentren en la fábrica. El fin de realizar la supervisión efectiva es lograr la máxima eficacia y satisfacción de la empresa, por ello se desarrolló la capacitación especialmente a los 2 supervisores de turno, para lograr una máxima respuesta de cada uno de los involucrados.

Se realizó la planificación para el personal en un periodo semestral, para abarcar y resolver dudas durante la estadía en la fábrica de refrescos India Quiché S. A.

#### **4.9. Elaboración del programa**

La estructura que se manejará en la fábrica contiene una serie de pasos que se desarrollaran a continuación:

Tabla XVI. **Cronograma de actividades**

No.	Capacitación	Responsable	Dirigido a	Duración	Recursos	Mes
1	Qué es un mantenimiento industrial	EPS Ingeniería	Operarios de mantenimiento	2 horas	Sala de conferencias, cañonera, computadora, hojas	Mayo
2	Mantenimiento preventivo y correctivo	EPS Ingeniería	Operarios de mantenimiento	2 horas		Junio
3	Plantilla de orden de servicio de mantenimiento	EPS Ingeniería	Operarios de manteniendo	2 horas		Julio
4	Seguridad industrial	EPS Ingeniería	Personal de planta	2 horas		Agosto
5	Supervisión efectiva	EPS Ingeniería	Supervisores de turno	2 horas		Septiembre

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 365.

#### 4.10. Resultados de capacitación

Al inicio de las capacitaciones se le indicó al personal que, si les surgía alguna duda o inquietud, podían realizar preguntas o plantear problemas cotidianos en la fábrica, ya que los temas a exponer son nuevos y de suma importancia para el futuro, con esto se buscó aclarar e ilustrar algunas situaciones que tengan en un futuro para que puedan realizar un trabajo eficiente.

La fábrica no cuenta con un departamento de mantenimiento establecido, pero el departamento de producción cuenta en todo momento con el equipamiento para la seguridad industrial y los tiempos establecidos para las prácticas en horario de trabajo.

Los datos obtenidos fueron presentados al departamento de producción que está bajo el cargo del ingeniero supervisor, los datos se entregan cada final

de mes de la capacitación, esto se realizó para que los empleados obtuvieran un avance y crecimiento en sus labores diarias.

Los operarios adquirieron un crecimiento en sus conocimientos del mantenimiento, como la importancia de una seguridad al momento de realizar los trabajos, lamentablemente muchos de los operarios no pueden leer ni escribir, sin embargo cuentan con una capacidad alta de aprendizaje en ejercicios, que se realizan en el segundo turno al finalizar la jornada de trabajo y los mantenimientos se programaron los fines de semana, ellos aportaron todo lo explicado y lo unieron con sus conocimientos empíricos. Los temas dados en las capacitaciones son los siguientes:

#### **4.10.1. ¿Qué es un mantenimiento industrial?**

El mantenimiento industrial es una herramienta fundamental para el buen funcionamiento de cualquier empresa de ámbito industrial, ya que repercute directamente en su proceso productivo. Se trata de un aspecto muy importante a tener en cuenta en el desarrollo de cualquier proceso de producción, sea cual sea el sector de actividad al que se dedique la empresa.

El mantenimiento industrial se puede definir como el conjunto de actividades necesarias para lograr un óptimo funcionamiento de instalaciones, maquinaria y equipos, así como de los distintos espacios de trabajo que componen esas instalaciones industriales. También incluye los trabajos de reparación y revisión necesarios para garantizar el funcionamiento correcto y el buen estado de conservación del sistema productivo.

El objetivo final de un buen mantenimiento industrial es garantizar la producción en cualquier proceso, su calidad y mantener un correcto funcionamiento de los equipos, alargando su vida útil.

El mantenimiento industrial es una inversión que genera grandes beneficios como:

- Previene y evita accidentes laborales, aumentando así la seguridad para las personas que intervienen en el proceso productivo.
- Evita y disminuye pérdidas por paradas de la producción.
- Permite contar con una documentación y seguimientos de los mantenimientos necesarios para cada equipo.
- Impide que surjan daños irreparables en tus instalaciones industriales.
- Aumenta la vida útil de tus equipos.
- Reduce costos.
- Conserva los bienes de equipo en buenas condiciones.
- Mejora la calidad de la actividad industrial.

#### **4.10.2. Mantenimiento industrial**

En el sector industrial, el equipo y la maquinaria son una parte fundamental. No solo son los que permiten que se mantenga la producción a un ritmo estable y de manera que se pueda proveer con puntualidad a los clientes. También es una manera de mantener al personal seguro y evitar accidentes que puedan poner en riesgo su salud. Se desarrollarán 2 tipos de mantenimientos para la fábrica, que se explican en los siguientes incisos.

#### **4.10.3. Mantenimiento preventivo**

En lo que respecta al mantenimiento preventivo de instalaciones industriales es posible decir que es aquel enfocado en la prevención de fallos en equipos e instalaciones, con el objetivo de reducir riesgos. Intenta reducir errores o averías con una revisión constante y planificada según las necesidades de cada industria.

#### **4.10.4. Mantenimiento correctivo**

El mantenimiento correctivo es una actividad que se lleva a cabo para reparar el daño encontrado durante el mantenimiento preventivo. En general, no se trata de un conjunto de acciones planificadas, ya que se realiza cuando un componente ha sido dañado.

El mantenimiento correctivo también se conoce como mantenimiento de descomposturas y solo tiene lugar cuando alguna máquina no funciona. Si esta estrategia es empleada como la principal habrá un alto impacto de las actividades de mantenimiento no planificadas y de reposición de partes del inventario.

#### **4.10.5. Orden de servicio de mantenimiento**

Una orden de trabajo de mantenimiento es una autorización para realizar un tipo específico de actividad de mantenimiento, que puede ser una reparación eléctrica o hidráulica, así como una instalación.

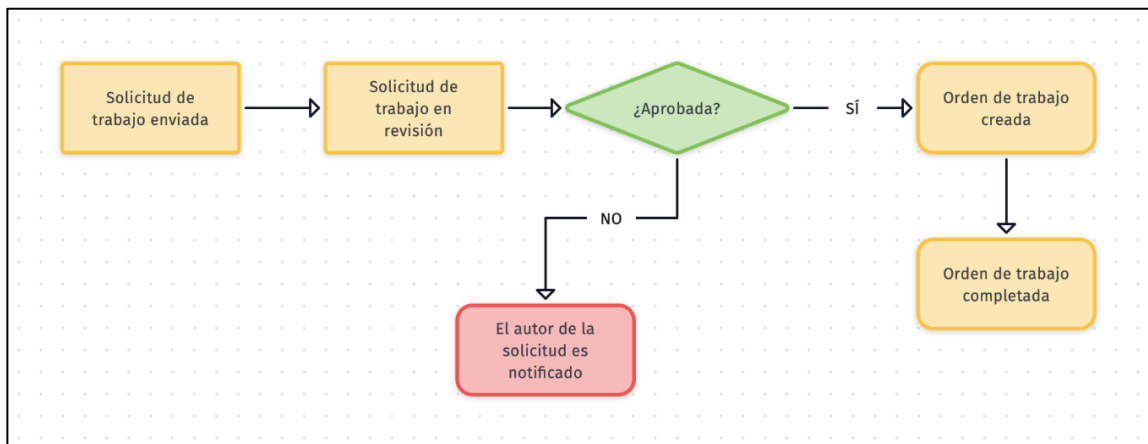
Las órdenes de trabajo describen exactamente el tipo de tarea que los técnicos deben realizar, incluyendo la falla detectada y qué piezas se necesitan para resolverla.

Dependiendo del tipo de negocio, una orden de trabajo puede ser emitida por el personal de la empresa o por un cliente, pero el diagrama de flujo de revisión y aprobación de órdenes suele ser estándar:

#### 4.10.5.1. Organigrama de orden de servicio de mantenimiento

Es un diagrama que representa la estructura jerárquica del departamento encargado del mantenimiento industrial de la empresa, donde se describe el proceso de aprobación del mantenimiento solicitado.

Figura 38. Organigrama de orden de servicio de mantenimiento



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2019.

Las solicitudes de mantenimiento siempre deben ser revisadas primero para determinar si vale la pena emitir una orden de trabajo. Cuando una solicitud es rechazada, se informa de inmediato al emisor, quien puede modificarla y volver a enviarla de ser necesario.

#### **4.10.6. Seguridad industrial**

Las actividades de producción en una planta industrial se caracterizan por ser generadoras de empleo masivo. Si bien el avance tecnológico acelerado ha reducido el personal, en algunos casos, por lo general las plantas y fábricas mantienen un alto número de personas laborando.

Cuando grupos significativos de personas se concentran en un lugar para llevar a cabo tareas de producción, las organizaciones pasan a ser responsables de la seguridad de sus empleados.

Un sistema apropiado que permita controlar la seguridad de los trabajadores dentro de la planta es clave para garantizar resultados en la productividad de la compañía. Existen cuatro hallazgos que son protagonistas en los programas de seguridad industrial:

- Los accidentes laborales: son sucesos repentinos que sobrevienen por causa del trabajo y producen en el trabajador lesión orgánica, perturbación funcional, invalidez o muerte. También se incluye daños graves a la instalación o al medio ambiente.
- Los incidentes: estos son acontecimientos no deseados que, bajo condiciones un poco diferentes, podrían haber causado lesiones a las personas, daños a la instalación o pérdidas al proceso.



- Acto inseguro: se le llama también acto subestándar y es toda acción que realiza el trabajador de manera insegura o inadecuada, aumentando la probabilidad de que ocurra un accidente de trabajo.
- Condición insegura: medio o situación presente en el lugar de trabajo, caracterizada por la presencia de riesgos no controlados que pueden llevar a la ocurrencia de accidentes laborales.

#### **4.11. Cinco puntos que se deben tomar en cuenta para garantizar la seguridad industrial**

Puntos necesarios para garantizar la seguridad industrial de la fábrica que son necesarios para el personal de trabajo y la eficiencia de la empresa.

##### **4.11.1. El rubro de la empresa**

La compañía debe asignar un rubro o un presupuesto para la seguridad de sus empleados. No es solamente para dar cumplimiento a normativas gubernamentales o exigidas por los clientes, es importante establecer políticas propias para dar seguridad a los empleados.

##### **4.11.2. La planta y sus condiciones**

Si se tiene la posibilidad de adecuar la planta y sus procesos desde el diseño, se evitarán muchos sobrecostos posteriores. También es bueno tener en cuenta las normas vigentes para el tipo de planta industrial en el momento de construir e instalar los equipos, pues es la mejor estrategia de prevención.

#### **4.11.3. Equipo de protección personal**

Es necesario establecer procedimientos de control para el equipo de protección personal, desde que es requerido para la adquisición, recibido del proveedor, almacenado, entregado y utilizado.

#### **4.11.4. La capacitación constante de los trabajadores**

La seguridad industrial requiere la formación de una cultura organizacional. Por esta razón la capacitación permanente, adecuada y con verificación de su eficacia, es vital para la formación de una cultura segura dentro de la planta.

#### **4.11.5. El monitoreo del sitio**

Después de diseñar y establecer el sistema viene la acción de controlar. Se hace indispensable monitorear y verificar contra indicadores qué cumplimiento se está dando día a día.

#### **4.12. Supervisión efectiva**

Hoy en día este rol ha cambiado, por lo tanto los supervisores son capacitados cada día más para involucrar a las personas con las labores y hacer que estos se sientan comprometidos. De igual forma el supervisor tiene la tarea de desarrollar buenos emprendedores, lograr que las personas generen ideas fuera de la caja y formar equipo de trabajo.

En adición a esto, también tienen el rol de implementar nuevas ideas y direcciones para su equipo, idear formas creativas para transmitir la información a su personal y mantener la fuerza en su equipo de trabajo.

#### **4.12.1. Características de un supervisor efectivo**

La supervisión efectiva es un proceso en el cual el supervisor o gerente trabaja con los empleados para ayudar a alcanzar sus objetivos y mejorar el rendimiento. Una supervisión efectiva implica establecer metas claras y medibles, y proporciona retroalimentación constructiva para desarrollar las fortalezas.

#### **4.12.2. Autoconciencia**

Evalúa la actitud actual del supervisor, si piensa que sus empleados son vagos o no pueden realizar el trabajo, posiblemente no está haciendo un rol efectivo de supervisión. Debe eliminar cualquier creencia negativa que pueda tener de sus empleados y enfocarse en obtener resultados positivos con lo que tiene a mano.

#### **4.12.3. Autorregulación**

Es necesario ver que el comportamiento personal no entorpezca la gestión, evitar ser controlador, obsesivo y enfocarse en ser analítico, un soporte para el grupo y una guía para realizar las tareas.

#### **4.12.4. Motivación**

Siempre es bueno dar crédito a los empleados cuando hagan un buen trabajo y retroalimentación cuando cometan un error, la retroalimentación debe ser al instante. Siempre se elogia en público y se crítica en privado.

#### **4.12.5. Empatía**

Un supervisor demuestra seguridad propia a sus empleados, y se asegura de saber claramente las tareas que está realizando. Esto brinda confianza al equipo.

#### **4.12.6. Habilidades sociales**

Debe mantener la empatía con sus empleados y demostrar sensibilidad por el bienestar de las personas dentro y fuera de la empresa.

#### **4.13. Prácticas del supervisor efectivo**

- Definición de responsabilidades: establecer claramente cuáles son las funciones de cada trabajador y sus responsabilidades, a través de la descripción del puesto, y sobre todo hacer saber cuáles son las expectativas de la empresa con relación a su desempeño en el puesto.
- Medida por resultados: al empleado se le mide por el desempeño, por los resultados que obtiene en sus procesos, no por el tiempo en específico que le dedica a la actividad.
- Delegación de responsabilidades: las decisiones relacionadas a sus funciones las toma el empleado. Él es completamente responsable de sus decisiones y responde conforme a ello.

- Comunicación: se visualizan los tres tipos básicos de comunicación-comportamiento cultural para determinar la forma más adecuada de que la comunicación sea efectiva.
- Integración: lograr el balance adecuado entre los sistemas, equipos y el recurso humano, de forma tal que pueda crearse un proceso simple pero efectivo de trabajo en equipo.
- Formación y desarrollo: debe ser un proceso continuo, constante y consistente. Esta es una de las funciones críticas del supervisor.

#### **4.14. Personal capacitado**

En resumen, se llegó a convocar para las capacitaciones de mantenimiento a 22 trabajadores, de los cuales se logró capacitar a todos, ya que la empresa brindó el apoyo para lograr el objetivo, también realizó el pago de las horas extra los fines de semana al personal al cual se programaba el mantenimiento correspondiente a la maquinaria activa. De esta manera se cumplió con el objetivo de capacitar a los trabajadores sobre los distintos temas para el desarrollo personal y la eficiencia de la fábrica de refrescos India Quiché S.A.

#### **4.15. Costos de capacitación**

Para la implementación del plan de capacitación se necesitó un costo de Q.5 054,5 de, incluyendo hojas de papel bond, impresiones de nuevos formatos, lapiceros y pago de horas extra como se muestra a continuación:

Tabla XVII. **Costos por capacitación**

<b>Costo por capacitaciones para la implementación del plan</b>	<b>cantidad</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo total</b>
Lapiceros	22	Unidades	Q. 1,25	Q.27,5
Hojas de papel bond	110	Unidades	Q. 0,20	Q.22
Impresiones	110	Unidades	Q. 0,50	Q.55
Horas extra	15	Horas	15 *(22)	Q.4 950
<b>Total de costos</b>				<b>Q.5 054,5</b>

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 365.

## CONCLUSIONES

1. El mantenimiento dentro de una fábrica de bebidas carbonatadas es fundamental, ya que se garantiza la conservación de los equipos e instalaciones para maximizar la producción.
2. Un mantenimiento garantiza la confiabilidad y eficiencia a la industria de consumo masivo, ya que los resultados finales se reflejan en cantidad y calidad del producto.
3. La maquinaria de producción es sometida a los mantenimientos correctivo y preventivo, cada uno de estos es aplicable en la proporción que sea necesaria.
4. Se concientizó al operario para mantener en buenas condiciones los equipos de su puesto de trabajo, con ello se le brindó la ayuda necesaria para identificar la necesidad de gestionar un mantenimiento según sea requerido.
5. El personal encargado de los mantenimientos demostró los conocimientos adquiridos y la aplicación de las herramientas para los diferentes tipos de mantenimientos.
6. La seguridad industrial se reforzó en los mantenimientos y se inculcó seguir los lineamientos para la seguridad personal.

7. La supervisión tuvo un mejoramiento en la vida útil de cada máquina activa, dejando bitácoras de seguimiento al conjunto de maquinaria que conforma el área de producción.
  
8. Reducir el consumo de agua dentro de la embotelladora es de suma importancia, ya que es un bien que se está agotando y ayudará a reducir los costos en producción.



## RECOMENDACIONES

1. Aprovechar los tiempos de producción al momento de realizar el mantenimiento de la maquinaria activa.
2. Definir objetivos y prioridades para el ahorro de los recursos de la empresa, ya que se debe mantener la línea de producción en funcionamiento.
3. Realizar un inventario de bodega para comenzar a programar correctamente los mantenimientos.
4. Dejar constancia de todos los mantenimientos de la maquinaria en que se realicen los trabajos programados, para tener un control de las fallas encontradas y analizar nuevas soluciones.
5. Actualizar los planes de capacitación anualmente, realizando un diagnóstico, para reforzar los temas en los cuales se tenga carencia de conocimientos.
6. Realizar un estudio cada año para diagnosticar el estado de la maquinaria de producción, para que no represente ningún tipo de riesgo al personal de trabajo.
7. Ejecutar los mantenimientos de acuerdo con lo establecido para garantizar el buen funcionamiento y la vida útil de la maquinaria activa.



## REFERENCIAS

1. Chacón, A. (2009). *Validación de un sistema de purificación de agua para los procesos de producción de suplementos nutricionales en forma farmacéutica* (tesis de licenciatura). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia. Recuperado de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8465/tesis430.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
2. Comisión Guatemalteca de Normas. (2010). *Norma Técnica Guatemalteca COGUANOR NTG 29 001. Agua para consumo humano*. Ciudad de Guatemala: Coguanor.
3. Daniel, D., Martínez, Y., Cruz, Q., Valásquez, J. y Pérez, O. (1 de enero de 2012). Mantenimiento de clase mundial [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://slideplayer.es/slide/11118517/>.
4. Fibras y Normas de Colombia. (14 de julio de 2021) Las plantas purificadoras de agua: Tipos y su funcionamiento [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://blog.fibrasynormasdecolombia.com/las-plantas-purificadoras-agua-tipos-funcionamiento/>
5. Garrido, S. (s.f.). Manual del jefe de mantenimiento [Mensaje en un blog]. Recuperado de <http://mantenimiento.renovetec.com/plan-de-mantenimiento>

6. Lacán, J. (2000). *Programa de mantenimiento preventivo para las áreas de molinos y vulcanizado del departamento de producción y manejo de inventarios de la bodega del departamento de mantenimiento de la Hulera Centroamericana, S.A. (HUCASA)* (trabajo de graduación). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
7. Rosales, R. (1998). *Manual del ingeniero de planta*. México D.F.: McGraw Hill.
8. Serneguet, M. (13 de enero de 2023). 10 pasos para crear un mantenimiento preventivo [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://www.datadec.es/blog/pasos-plan-mantenimiento-preventivo>

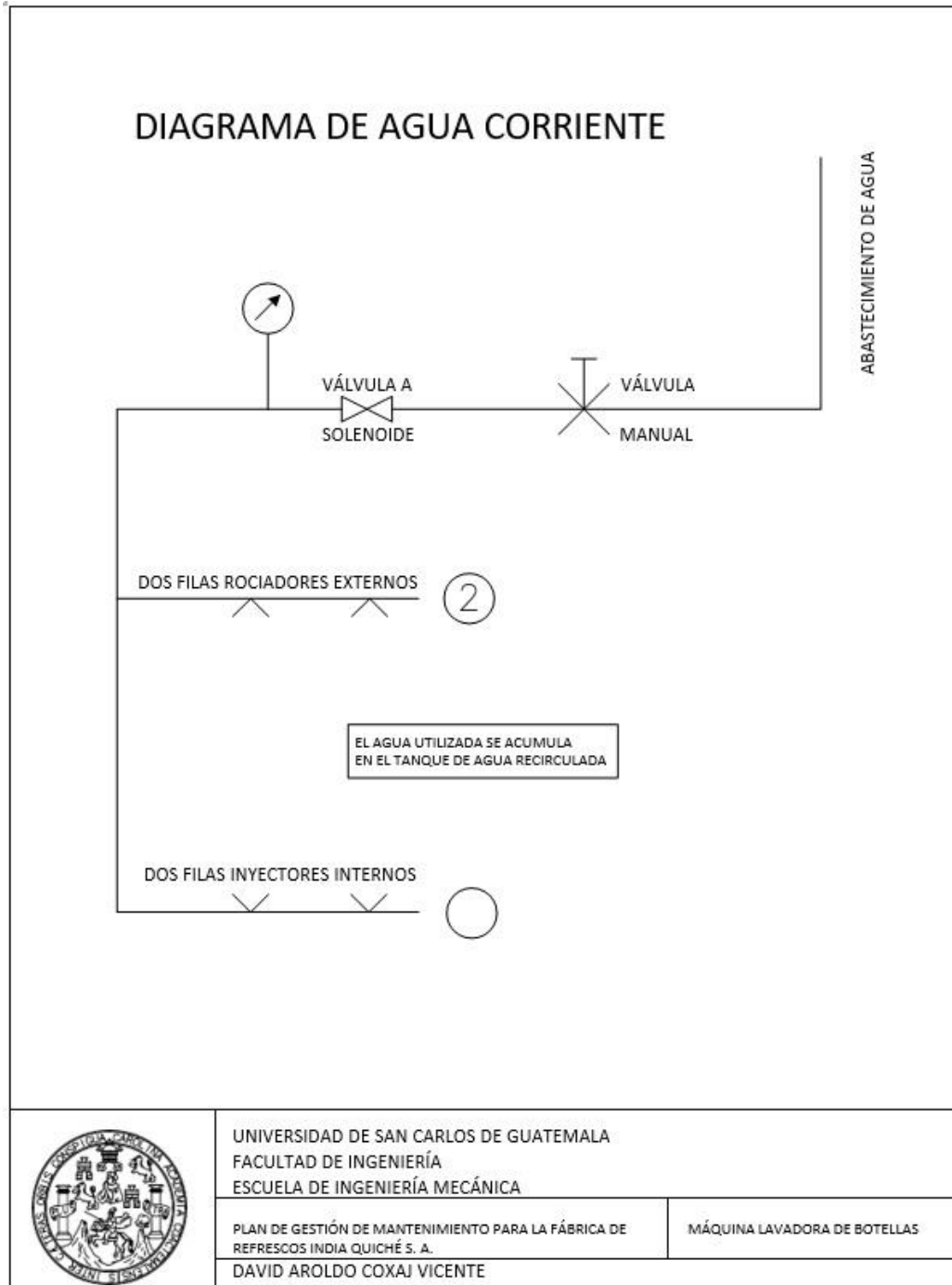
# APÉNDICES

## Apéndice 1. Formato de orden de servicio de mantenimiento

ORDEN DE SERVICIO DE MANTENIMIENTO			
<b>Nombre del solicitante:</b>			
Prioridad:		N° DE ORDEN:	
Área:		Fecha de inicio:	
Equipo:		Fecha de finalización:	
Recomendaciones de seguridad:		Descripción del problema:	
<b>Ocurrencias</b>		<b>Tipo de mantenimiento</b>	
Efecto:	Efecto:	Mantenimiento preventivo	<input type="checkbox"/>
Causa:	Causa:	Mantenimiento correctivo	<input type="checkbox"/>
Acción:	Acción:	Emergencia	<input type="checkbox"/>
Observación:	Observación:	Otro	<input type="checkbox"/>
<b>Descripción general del mantenimiento</b>			
Supervisor:	Hora inicial:	Responsable:	Hora final:
Estimación de tiempo:		Reprogramación:	
		Motivo:	
Servicios contratados:		Hora inicial:	Hora final:
		Servicio terminado aprobado por:	
<b>Sumario de servicio contratado</b>			
<b>Comentario sobre el problema:</b>			
Horas-Hombres estimados	Horas -Hombres reales	Nombres	
<b>Aprobación del encargado(a) de área</b>		<b>Aprobación gerente de producción</b>	
<p>X</p> <p>Operario Encargado de area</p>		<p>X</p> <p>Victor Chen Urizar Ingeniero de Planta</p>	

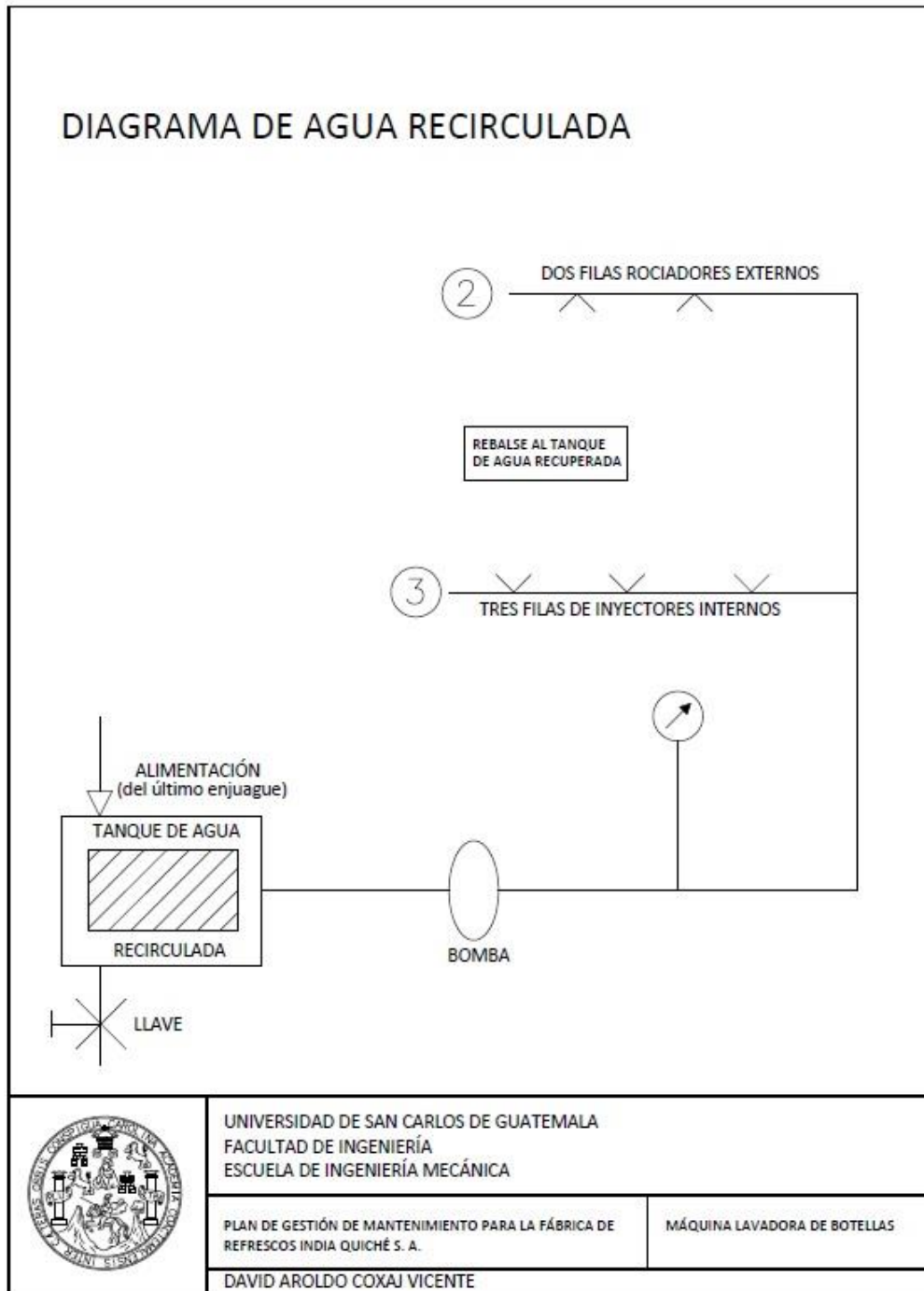
Fuente: elaboración propia, empleando Excel 365.

Apéndice 2. Diagrama de agua corriente



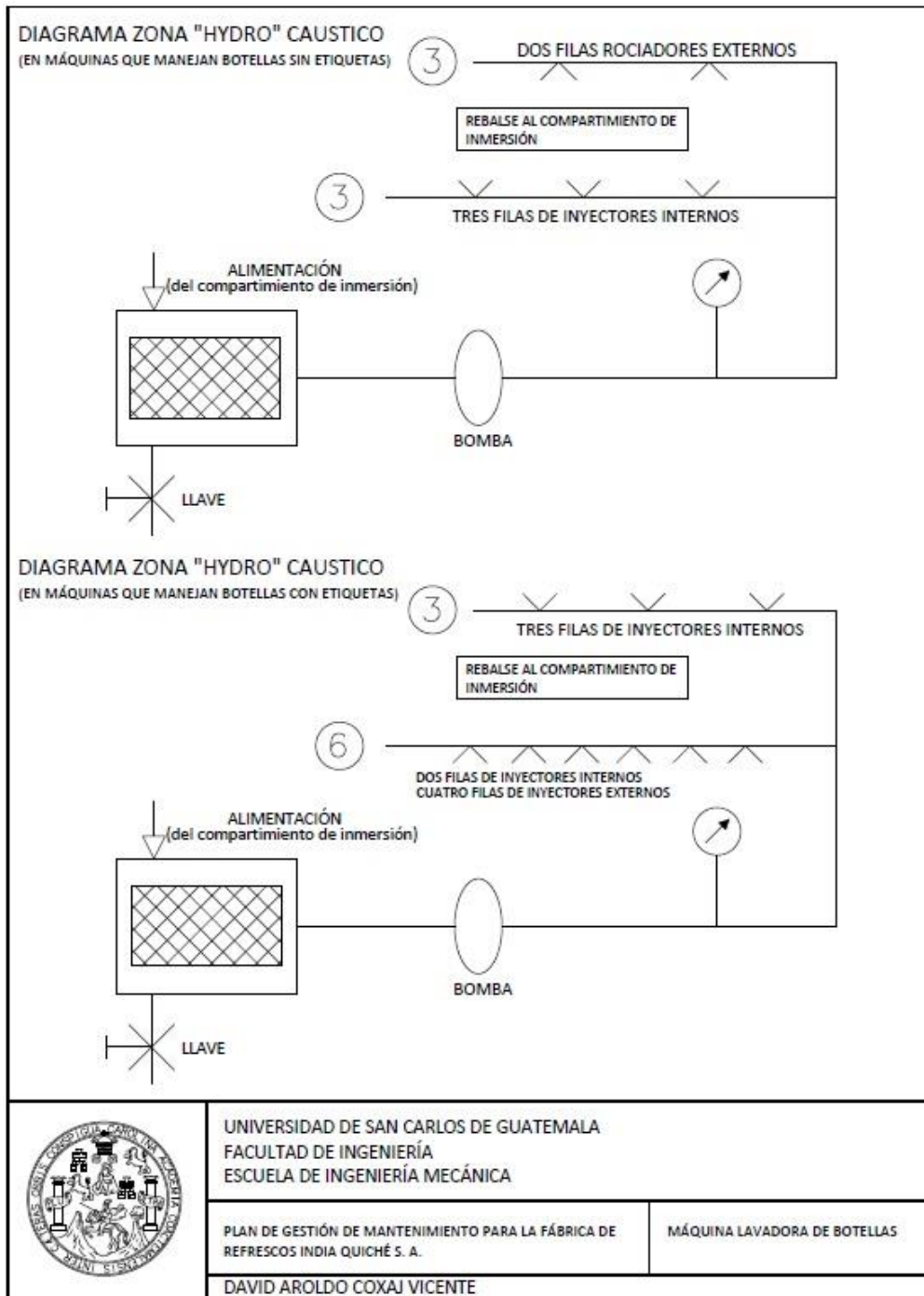
Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2019.

Apéndice 3. Diagrama de agua recirculada



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2019.

## Apéndice 4. Diagrama de zona hydro cáustica



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2019.