



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

**INCREMENTAR LA EFICIENCIA EN LA PRODUCCIÓN DE  
BEBIDAS CARBONATADAS CON LA IMPLEMENTACIÓN DE UN  
NUEVO MECANISMO LEVA-CILINDRO PARA LA CAÍDA DE  
BOTELLAS DE LA LAVADORA**

**Paúl Alberto Morales Alvizures**

Asesorado por el Ing. Byron Estuardo Ixpatá Reyes

Guatemala, octubre de 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**INCREMENTAR LA EFICIENCIA EN LA PRODUCCIÓN DE  
BEBIDAS CARBONATADAS CON LA IMPLEMENTACIÓN DE UN  
NUEVO MECANISMO LEVA-CILINDRO PARA LA CAÍDA DE  
BOTELLAS DE LA LAVADORA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**PAÚL ALBERTO MORALES ALVIZURES**  
ASESORADO POR ING. BYRON ESTUARDO IXPATÁ REYES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
**INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero Spínola de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Luis Pedro Ortiz de León
VOCAL V	Agr. José Alfredo Ortíz Herincx
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Inga. Nora Leonor García Tobar
EXAMINADOR	Inga. María Martha Wolford de Hernández
EXAMINADOR	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

**INCREMENTAR LA EFICIENCIA EN LA PRODUCCIÓN DE BEBIDAS  
CARBONATADAS CON LA IMPLEMENTACIÓN DE UN NUEVO  
MECANISMO LEVA-CILINDRO PARA LA CAÍDA DE BOTELLAS DE LA  
LAVADORA,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, el 28 de abril de 2009.

A handwritten signature in black ink, enclosed within a large, hand-drawn oval. The signature is stylized and appears to read 'Paul Alberto Morales Alvizures'.

Paúl Alberto Morales Alvizures

Guatemala, Mayo de 2010

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
Dirección de Escuela  
Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería

Respetable Ingeniero:

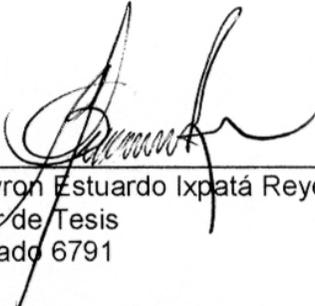
En mi calidad de asesor, tengo el agrado de dirigirme a usted para presentarle el trabajo de graduación: **INCREMENTAR LA EFICIENCIA EN LA PRODUCCIÓN DE BEBIDAS CARBONATADAS CON LA IMPLEMENTACIÓN DE UN NUEVO MECANISMO LEVA-CILINDRO PARA LA CAÍDA DE BOTELLAS DE LA LAVADORA**, presentado por el estudiante Paúl Alberto Morales Alvizures con carné 200412843, previo a optar el examen general público en la carrera de ingeniería mecánica industrial.

He realizado las revisiones correspondientes y considero que el trabajo desarrollado por el estudiante Morales, cumple con todos los requisitos, por lo cual considero que el mismo esta apto para su trámite final donde corresponda.

Sin otro particular, me suscribo de usted.

Atentamente,

(f)



Ing. Byron Estuardo Ixpatá Reyes  
Asesor de Tesis  
Colegiado 6791

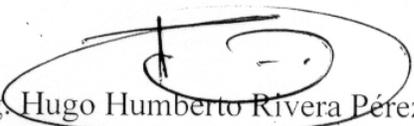
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



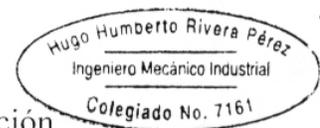
FACULTAD DE INGENIERÍA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **INCREMENTAR LA EFICIENCIA EN LA PRODUCCIÓN DE BEBIDAS CARBONATADAS CON LA IMPLEMENTACIÓN DE UN NUEVO MECANISMO LEVA-CILINDRO PARA LA CAÍDA DE BOTELLAS DE LA LAVADORA**, presentado por el estudiante universitario **Paúl Alberto Morales Alvizures**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

  
Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, julio de 2010.

/mgp

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA

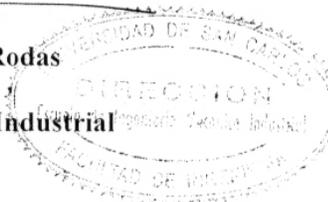


FACULTAD DE INGENIERÍA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **INCREMENTAR LA EFICIENCIA EN LA PRODUCCIÓN DE BEBIDAS CARBONATADAS CON LA IMPLEMENTACIÓN DE UN NUEVO MECANISMO LEVA-CILINDRO PARA LA CAÍDA DE BOTELLAS DE LA LAVADORA**, presentado por el estudiante universitario **Paúl Alberto Morales Alvizures**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“DID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas  
DIRECTOR  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, noviembre de 2010.

/mjp

Universidad de San Carlos  
de Guatemala

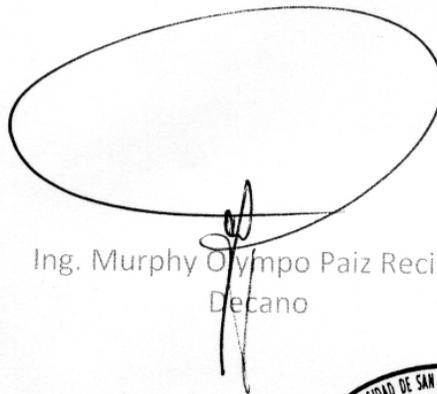


Facultad de Ingeniería  
Decanato

DTG. 373.2010

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, al trabajo de graduación titulado: **INCREMENTAR LA EFICIENCIA EN LA PRODUCCIÓN DE BEBIDAS CARBONATADAS CON LA IMPLEMENTACIÓN DE UN NUEVO MECANISMO LEVA-CILINDRO PARA LA CAÍDA DE BOTELLAS DE LA LAVADORA**, presentado por el estudiante universitario **Paúl Alberto Morales Alvizures**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, 12 de noviembre de 2010.



/gdech

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>DIOS</b>	Por todas sus bendiciones en mi vida y por darme sabiduría para lograr mi meta.
<b>MARÍA AUXILIADORA</b>	Por acompañarme todos los días de mi vida.
<b>MIS PADRES</b>	Faustino Morales y Mirian Alvizures, por sus sabios consejos, cariño y sacrificio.
<b>MIS HERMANOS</b>	Cristian Estuardo y Luis Angel, por su consejos y compañía.
<b>MIS ABUELITOS</b>	Por su cariño y sus oraciones durante mi carrera.
<b>MIS TÍOS Y PRIMOS</b>	Con cariño y respeto.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	IX
LISTA DE SÍMBOLOS.....	XV
GLOSARIO.....	XVII
RESUMEN.....	XIX
OBJETIVOS .....	XXI
INTRODUCCIÓN.....	XXIII

<b>1. ANTECEDENTES GENERALES.....</b>	<b>1</b>
1.1 La empresa.....	1
1.1.1 Historia.....	1
1.1.2 Ubicación.....	3
1.1.3 Actividades de la empresa.....	4
1.1.3.1 Tipos de productos.....	4
1.1.4 Estructura organizacional.....	8
1.1.4.1 Tipo de organización.....	9
1.1.4.2 Organigrama.....	10
1.1.5 Política de calidad.....	10
1.1.6 Misión.....	10
1.1.7 Visión .....	11
1.1.8 Valores.....	11
1.1.9 Jornada de trabajo.....	12
1.2 Descripción de materia prima.....	12
1.2.1 Agua.....	12
1.2.2 Jarabe.....	13
1.2.3 Dióxido de carbono .....	13
1.3 Descripción de insumos.....	14

1.3.1	Botella de vidrio.....	14
1.3.2	Tapa para botella de vidrio.....	15
1.3.3	Cajilla plástica.....	16
<b>2.</b>	<b>SITUACIÓN ACTUAL DEL PROCESO DE BEBIDAS CARBONATADAS.....</b>	<b>17</b>
2.1	Descripción del proceso de llenado de botellas carbonatadas.....	17
2.1.1	Sistema de transporte.....	17
2.1.1.1	Transporte de cadena.....	17
2.1.1.2	Transporte de rodillo.....	17
2.1.2	Puntos críticos.....	18
2.1.2.1	Lavadora de botellas.....	18
2.1.2.2	Depurado de botellas dañadas.....	18
2.1.2.3	Llenado de botellas.....	19
2.1.2.4	Taponado de botellas.....	19
2.1.3	Puntos no críticos.....	20
2.1.3.1	Desempacadora de botellas.....	20
2.1.3.2	Lavado de cajillas .....	20
2.1.3.3	Empacadora de botellas en cajilla.....	21
2.1.3.4	Paletizadora de botella con cajilla.....	21
2.2	Estudio de tiempos en la línea de producción.....	22
2.2.1	Diagrama de flujo del proceso.....	23
2.2.2	Diagrama de operaciones del proceso.....	27
2.2.3	Diagrama de recorrido.....	29
2.2.4	Determinación del cuello de botella.....	30
2.3	Capacidad del sistema de lavado de botellas .....	35
2.3.1	Capacidad de producción actual.....	35
2.4	Comportamiento de la demanda .....	35

2.4.1	Pronóstico.....	36
2.4.2	Demanda actual.....	36
2.4.3	Capacidad de producción.....	37
2.5	Centros de trabajo de la línea.....	38
2.5.1	Personal requerido.....	38
2.5.1.1	Operadores.....	38
2.5.1.2	Mecánicos.....	39
2.5.1.3	Eléctricos.....	40
2.5.1.4	Supervisores.....	40
<b>3.</b>	<b>PROPUESTA PARA IMPLEMENTAR EL NUEVO SISTEMA.....</b>	<b>43</b>
3.1	Mecanismo leva-cilindro para la caída de botellas.....	43
3.1.1	Descripción general.....	43
3.1.2	Funcionamiento.....	43
3.1.3	Componentes principales.....	44
3.2	Estudio de tiempos .....	47
3.2.1	Sistema de caída de botellas de la lavadora.....	51
3.3	Capacidad de producción.....	51
3.3.1	Capacidad mejorada.....	52
3.3.2	Demanda del mercado.....	53
3.4	Costo de producción.....	53
3.4.1	Mano de obra.....	54
3.4.2	Materia prima.....	55
3.4.3	Insumos.....	55
3.5	Centros de trabajo de la línea.....	56
3.5.1	Personal requerido.....	56
3.5.1.1	Operadores.....	56

3.5.1.2	Mecánicos.....	57
3.5.1.3	Eléctricos.....	58
3.5.1.4	Supervisores.....	58
3.6	Estudio socioeconómico.....	59
3.6.1	Inversión requerida.....	59
3.6.2	Eficiencia alcanzada.....	60
3.6.3	Recuperación de la inversión.....	60
3.6.3.1	Ingresos económicos.....	62
3.6.3.1.1	Diarios.....	62
3.6.3.1.2	Mensuales.....	62
3.6.3.1.3	Anuales .....	63

#### **4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA.....65**

4.1	Estándares para la nueva capacidad de la línea de producción.....	65
4.1.1	Producción de cada centro de trabajo .....	65
4.1.2	Producción total de la línea .....	66
4.1.3	Personal requerido por cada centro de trabajo.....	66
4.2	Capacitación del personal.....	67
4.3	Lavadora de botellas.....	67
4.3.1	Sistema de caída de botellas.....	68
4.3.1.1	Tipos de cilindro .....	68
4.3.1.1.1	Cilindro de simple efecto.....	68
4.3.1.1.2	Cilindro de doble efecto.....	69
4.3.1.2	Guía transversal .....	70
4.3.1.3	Guía plástica.....	70
4.3.1.4	Sistema de aire comprimido.....	71
4.3.1.4.1	Componentes de un sistema de aire.....	72
4.3.1.5	Electroválvulas.....	74

4.3.1.5.1	Monoestables .....	75
4.3.1.5.2	Biestables.....	76
4.3.1.6	Tipos de sensor.....	77
4.3.1.6.1	Capacitivo.....	77
4.3.1.6.2	Inductivo.....	78
4.3.1.6.3	Óptico.....	79
4.3.1.7	Tipos de leva.....	80
4.3.1.7.1	Leva tipo placa.....	80
4.3.1.7.2	Leva tipo cuña.....	80
4.3.1.7.3	Leva de tambor.....	81
4.3.1.7.4	Leva de cara.....	82
4.3.2	Etapas del proceso de lavado de botella.....	82
4.3.2.1	Pre-remojo.....	82
4.3.2.2	Pre-inyección.....	83
4.3.2.3	Solución principal cáustica.....	83
4.3.2.4	Solución cáustica sub-siguiente.....	83
4.3.2.5	Agua caliente 1.....	83
4.3.2.6	Agua caliente 2.....	84
4.3.2.7	Agua fría.....	84
4.3.2.8	Agua fresca.....	84
4.3.3	Elementos fundamentales de la lavadora de botellas.....	84
4.3.3.1	Sistema de tracción principal.....	85
4.3.3.1.1	Motor eléctrico principal.....	85
4.3.3.1.2	Caja reductora.....	86
4.3.3.1.3	Leva de transmisión de movimiento.....	86
4.3.3.1	Componentes principales de la lavadora.....	86
4.3.3.2.1	Jet de soda.....	87
4.3.3.2.2	Jet de agua caliente.....	87
4.3.3.2.3	Cangilón.....	87

4.3.3.2.4	Bomba de soda.....	87
4.3.3.2.5	Bomba de agua.....	88
4.3.3.2.6	Válvulas neumáticas.....	88
4.3.3.2.7	Termómetros digitales.....	88
4.3.4	Sistema de lubricación.....	89
4.3.4.1	Unidad principal.....	89
4.3.4.2	Manguera.....	89
4.3.4.3	Jets.....	89
4.3.4	Tipos de grasas.....	90
4.3.4.1	Grasa mobilith SHC 100.....	90
4.3.4.2	Alvania grease RL3.....	90
4.3.4.3	Tactic EMV.....	90
4.4	Mantenimiento de lavadora de botellas.....	92
4.4.1	Mecanismo leva-cilindro.....	92
4.4.1.1	Cilindro neumático.....	92
4.4.1.2	Electroválvulas.....	93
4.4.1.3	Sensor.....	93
4.4.1.4	Sistema de aire comprimido.....	94
4.4.2	Sistema de tracción.....	94
4.4.2.1	Chumaceras.....	94
4.4.2.2	Cadenas.....	95
4.4.2.3	Sprocket.....	95
4.4.2.4	Motor principal.....	96
4.4.2.5	Caja reductora.....	96
4.4.3	Componentes de la lavadora.....	97
4.4.3.1	Mesa de carga.....	97
4.4.3.2	Cangilón.....	98
4.4.3.3	Mesa de descarga.....	98
4.4.3.4	Tanque de soda.....	98

4.4.3.5	Jet de soda.....	98
4.4.1	Sistema de lubricación.....	99
4.4.4.1	Unidad principal.....	99
4.4.4.2	Manguera.....	99
4.4.4.3	Jets.....	100
<b>5.</b>	<b>SEGUIMIENTO Y MEJORA CONTINUA.....</b>	<b>101</b>
5.1	Mejoramiento continuo (KAIZEN).....	101
5.1.1	La necesidad del mejoramiento continuo.....	101
5.1.2	Problemas potenciales .....	103
5.1.3	Medidas para la aplicación .....	106
5.2	Resultados obtenidos .....	110
5.3	Programa de capacitación continua al personal de mantenimiento ...	111
5.3.1	Formato para programa.....	111
5.3.1.1	Semanal.....	111
5.3.1.2	Mensual.....	112
5.3.1.3	Anual.....	112
5.3.2	Rutinas de mantenimiento.....	114
5.4.2.1	Mantenimiento preventivo.....	116
5.4	Evaluación.....	121
	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>123</b>
	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>125</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>127</b>
	<b>ANEXOS</b>	



# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Localización de Refrescos Carbonatados, S.A.....	03
2.	Aguas gaseosas.....	05
3.	Jugos de frutas.....	05
4.	Frijoles enlatados.....	06
5.	Salsita de tomate.....	06
6.	Leche saborizada.....	07
7.	Aguas hidratantes.....	07
8.	Organigrama de la empresa.....	10
9.	Botella de vidrio.....	15
10.	Tapa de botella.....	15
11.	Cajilla plástica.....	16
12.	Cilindro de simple efecto.....	69
13.	Cilindro de doble efecto.....	69
14.	Guía transversal.....	70
15.	Guía plástica.....	71
16.	Unidad de mantenimiento.....	71
17.	Lubricador de la unidad de mantenimiento.....	72
18.	Regulador de la unidad de mantenimiento.....	73
19.	Filtro de la unidad de mantenimiento.....	74
20.	Electroválvula monoestable.....	76
21.	Electroválvula biestable.....	77
22.	Sensor capacitivo.....	78
23.	Sensor inductivo.....	79
24.	Sensor óptico.....	79

25	Leva tipo placa.....	80
26	Leva tipo cuña.....	81
27	Leva de tambor.....	81
28	Leva de cara.....	82

## TABLAS

I.	Características físicas del dióxido de carbono.....	13
II.	Características químicas del dióxido de carbono.....	14
III.	Estudio de tiempos desempacadora de botellas.....	30
IV.	Estudio de tiempos lavadora de botellas.....	31
V.	Estudio de tiempos inspector de botellas.....	31
VI.	Estudio de tiempos llenadora de botellas.....	32
VII.	Estudio de tiempos selladora de botellas.....	32
VIII.	Estudio de tiempos inspector de botellas llenas.....	33
IX.	Estudio de tiempos empacadora de botellas.....	33
X.	Estudio de tiempos paletizadora de botellas.....	34
XI.	Determinación del cuello de botella.....	34
XII.	Demanda del 2009.....	37
XIII.	Cantidad de operadores por máquina.....	39
XIV.	Cantidad de mecánicos por máquina.....	39
XV.	Cantidad de electricistas por máquina.....	40
XVI.	Cantidad de supervisores por máquina.....	41
XVII.	Estudio de tiempos desempacadora de botellas.....	47
XVIII.	Estudio de tiempos lavadora de botellas.....	47
XIX.	Estudio de tiempos inspector de botellas sucias.....	48
XX.	Estudio de tiempos llenadora de botellas.....	48
XXI.	Estudio de tiempos selladora de botellas.....	49
XXII.	Estudio de tiempos inspector de botellas llenas.....	49

XXIII.	Estudio de tiempos empacadora de botellas.....	50
XXIV.	Estudio de tiempos paletizadora de botellas.....	50
XXV.	Eficiencias de los equipos.....	51
XXVI.	Costos de mano de obra (1) .....	54
XXVII.	Costos de mano de obra (2) .....	54
XXVIII.	Costos de materia prima.....	55
XXIX.	Costos de insumos.....	56
XXX.	Cantidad de operadores con el nuevo sistema de caída de botellas.....	57
XXXI.	Cantidad de mecánicos con el nuevo sistema de caída de botellas.....	57
XXXII.	Cantidad de electricistas con el nuevo sistema de caída de Botellas.....	58
XXXIII.	Cantidad de supervisores con el nuevo sistema de caída de Botellas.....	59
XXXIV.	Costos para la inversión requerida .....	59
XXXV.	Costos totales de inversión.....	61
XXXVI.	Costos por caja (24 unidades).....	61
XXXVII.	Producción por cada centro de trabajo.....	65
XXXVIII.	Producción total de la línea con el nuevo sistema de caída de botellas.....	66
XXXIX.	Personal requerido por el salón, con el nuevo sistema de caída de botellas.....	66
XL.	Información técnica de válvula monoestables.....	75
XLI.	Información técnica de válvula biestables.....	76
XLII.	Mantenimiento preventivo para el cilindro neumático.....	92
XLIII.	Mantenimiento preventivo para la electroválvulas.....	93
XLIV.	Mantenimiento preventivo para el sensor.....	93
XLV.	Mantenimiento preventivo para el sistema de aire.....	94

XLVI.	Mantenimiento preventivo para el sistema de tracción chumaceras).....	95
XLVII.	Mantenimiento preventivo para el sistema de tracción (cadenas).....	95
XLVIII.	Mantenimiento preventivo para el sistema de tracción (sprocket).....	95
XLIX.	Mantenimiento preventivo para el sistema de tracción (motor).....	96
L.	Mantenimiento preventivo para el sistema de tracción (chumaceras).....	97
LI.	Mantenimiento preventivo unidad principal de lubricación.....	99
LII.	Mantenimiento preventivo unidad principal de lubricación (mangueras).....	99
LIII.	Mantenimiento preventivo unidad principal de lubricación (jets).....	100
LIV.	Programa de capacitación semanal.....	112
LV.	Programa de capacitación mensual.....	112
LVI.	Rutinas de mantenimiento para la lavadora.....	114
LVII.	Rutinas de mantenimiento para el nuevo sistema.....	115
LVIII.	Mantenimiento preventivo para la desempacadora de botellas.....	116
LIX.	Mantenimiento preventivo para la lavadora de botellas.....	117
LX.	Mantenimiento preventivo para la llenadora de botellas .....	118
LXI.	Mantenimiento preventivo para la taponadora de botellas.....	119
LXII.	Mantenimiento preventivo para la paletizadora de cajillas.....	120
LXIII.	Mantenimiento preventivo para el sistema de transporte.....	120

## GRÁFICAS

1.	Pronóstico año 2009.....	36
2.	Capacidad de producción año 2009.....	37
3.	Capacidad de producción del año 2009 con el sistema de caída de botellas de la lavadora.....	53



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
°K	Grado de temperatura Kelvin
°C	Grados de temperatura Celsius
g/m <sup>3</sup>	Gramo por metros cúbico
Kg	Kilogramos
Kg/m <sup>3</sup>	Kilogramos por metro cúbico
Ms	Milisegundo
Ppm	Partes por millón
%	Porcentaje
Bar	Unidad de presión



## GLOSARIO

<b>Caja reductora</b>	Se utiliza para transmitir movimiento a una velocidad menor por medio de engranajes.
<b>Cajilla</b>	Caja plástica donde se introducen 12 botellas.
<b>Cangilón</b>	Es una cavidad donde se introduce el envase de vidrio para poder pasar por la lavadora de botella.
<b>Chumacera</b>	Utilizada para hacer girar un eje por medio de un cojinete.
<b>Desempacadora</b>	Máquina utilizada para extraer las botellas de vidrio de la cajilla plástica.
<b>Empacadora</b>	Máquina utilizada para colocar las botellas dentro de la cajilla.
<b>Inspector</b>	Máquina utilizada para revisar las botellas que van sucias o llevan bajo nivel de producto.

<b>Jet</b>	Son rociadores que se utilizan para dispersar un fluido por medio de la boquilla.
<b>Paletizadora</b>	Máquina utilizada para entarimar las cajillas plásticas.
<b>Selladora</b>	Máquina utilizada para colocarle la tapa a la botella de vidrio.
<b>Sprocket</b>	Sirve para dar movimiento lineal de la cadena de los transportadores.

## RESUMEN

Actualmente, las empresas de bebidas carbonatadas tienen gran competitividad en el mercado, por lo que es de gran importancia que cumplan con la exigencia de los clientes. Por esta razón, se debe tratar de abarcar el mercado que no ha sido abastecido con los demás productos, lo que hace cada día más competente a las empresas. Se ha de contar con la máxima eficiencia en la empresa para poder cumplir con la demanda.

Es importante resaltar que para que una empresa sea competente debe analizar cuál es el proceso más lento para la fabricación de bebidas carbonatas. Un punto crítico por analizar es el cuello de botellas porque dependiendo de éste, será la producción que se tendrá al final del día. En el envasado de bebidas carbonatas existe un punto crítico en la lavadora de botellas, en el que se pierde mucho envase en la salida y por consiguiente hace más lento el proceso. Actualmente, la lavadora tiene una eficiencia de 69%, por lo que es necesario implementar un nuevo sistema de caída de botellas, para garantizar la rapidez y eficiencia en las botellas lavadas.

Se propondrá un sistema de caída de botellas adecuado para poder maximizar la eficiencia de la lavadora. Después de instalado el nuevo sistema, se determinará cuál será la nueva capacidad que se obtendrá en la lavadora y si será la adecuada para poder satisfacer la demanda ejercida por el mercado. Es de suma importancia el tiempo que se tendrá para recuperar la inversión y cuáles serán los nuevos ingresos que se obtendrán.

El nuevo sistema de caída de botellas tiene los componentes fundamentales para poder funcionar y se analizará cuál será el mantenimiento preventivo que se llevará a cabo para que el sistema cuente siempre con la misma eficiencia.

## **OBJETIVOS**

### **GENERAL**

Incrementar la eficiencia de producción en la línea de bebidas carbonatadas por medio de un nuevo mecanismo de lavado de botellas.

### **ESPECÍFICOS**

1. Establecer a cuánto ascenderán los ingresos económicos mediante un nuevo mecanismo para la lavadora.
2. Determinar el tiempo de operación final que se obtendrá con el nuevo sistema implementado.
3. Considerar a través de un estudio técnico, el nuevo mecanismo de caída de botellas para la lavadora.
4. Determinar la eficiencia que se obtendrá en el proceso de la línea de producción.
5. Conocer el funcionamiento de la lavadora de botellas y el que realiza el sistema de caída de botellas.
6. Enumerar los elementos fundamentales del nuevo mecanismo para la caída de botellas de la lavadora.
7. Garantizar por medio de un programa de mantenimiento el mejor rendimiento del equipo.



## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, se cuenta con un gran número de empresas de bebidas, debido a esto existe mayor competitividad entre ellas, por lo que se debe mejorar continuamente el equipo para poder mantener la estabilidad en el mercado.

En este trabajo de graduación se analizarán los procesos de la línea de producción, permitiendo medir la eficiencia de cada uno de estos. En la caída de botellas de la lavadora existe un punto crítico, lo cual hace que el actual sistema no sea el adecuado para satisfacer la cantidad de botellas que se requieren para los demás procesos. Se propondrá un nuevo mecanismo de caída de botellas que se compone de dos cilindros neumáticos en ambos costados de la lavadora, los cuales por medio de una guía transversal, ejercerán una fuerza sobre la botella, permitiendo que las botellas caigan sobre el sistema de transporte y de esta manera sigan su recorrido por los demás procesos. Con esto se disminuirá el tiempo de espera y se podrá maximizar el número de botellas lavadas, para mantener la producción continua.

El contenido del presente trabajo dará a conocer una breve historia de la empresa, se describirá la materia prima e insumos que se utilizan en el envasado de bebidas. Se realizarán los diagramas de operaciones para el procedimiento que se lleva a cabo en el proceso, se indicarán los componentes del nuevo sistema de caída de botellas y su implementación.

# **1. ANTECEDENTES GENERALES**

Se describirán algunos aspectos con los que cuenta la empresa, el detalle de la materia prima y los insumos que se utilizan para fabricar las bebidas carbonatadas.

## **1.1 La empresa**

Es una corporación destinada a fabricar refrescos carbonatados de diferentes tipos de sabores, presentaciones y materiales.

### **1.1.1 Historia**

Refrescos Carbonatados, S.A. es una empresa dedicada a la elaboración de alimentos los que se dividen en bebidas carbonatadas y semisólidos. Nació en 1994 en Guatemala, iniciándose con la fabricación de bebidas y néctares, con fórmulas y marcas propias, dentro de las que destacan Cerecita y Frutalito, obteniendo el liderazgo en dichas categorías en Guatemala, expandiendo nuestro mercado a Centro América, México, El Caribe y Estados Unidos de Norte América.

En 1998 se obtuvo la licencia de la marca Frutalito, propiedad de Marbo, Inc., Chicago, Illinois, para la producción y comercialización de bebidas, inicialmente para Guatemala y posteriormente extendiendo el territorio a Honduras y Nicaragua.

En 1998 se inició la producción y comercialización de varias líneas de tomate y frijoles, bajo la licencia de la marca Frutalito, propiedad de Fruto Foods.

En febrero de 2003 se lanzó al mercado una nueva línea de bebidas deportivas, bajo la marca Energy, la cual ha logrado captar una participación importante de mercado en Centroamérica.

En mayo de 2003, se adquirió a Unilever de Centro América, S.A. el Negocio de Néctares de Frutas y Jugos de Vegetales, incluyendo las marcas: Fresquito, Frutalito, jugo de vegetales y la licencia de uso de la marca para Néctares y Jugos. Conjuntamente, se adquirió una planta productora localizada en Honduras, con alta tecnología para la producción de éstos productos. Con ésta adquisición, Refrescos Carbonatados, S.A consolida el liderazgo en la categoría de néctares a nivel Centroamericano.

En octubre de 2003, Refrescos Carbonatados, S.A. y Soupp Companys comenzaron su alianza estratégica con la maquila de V6 Juice en America central y en Sub-America.

En mayo de 2005 se inició la comercialización de Frutlive en varios Estados de México bajo la licencia de Frutalito Beverages, siendo éste un paso importante en los planes de expansión regional.

En 2006 y 2007 la empresa ha sido activa en innovaciones, introduciendo al mercado centroamericano la línea de mezcla de sabores the best fruit, concentrados de frutas para fresco natural bajo la marca Frutalito, jugo de naranja con pulpa natural marca De Naranja, cocktail de vegetales con caldo de almeja en lata de aluminio.

Los productos son elaborados bajo estrictos controles de fabricación, con procedimientos que garantizan al consumidor obtener productos con la calidad que ofrece el sello de Refrescos Carbonatados, S.A respaldado por programas internacionales de aseguramiento de calidad, como HACCP e ISO.

En la actualidad, Refrescos Carbonatados, S.A. tiene un portafolio de más de 80 productos y cuenta con una alta capacidad de producción instalada, lo que permite abastecer cualquier mercado nacional e internacional.

### 1.1.2 Ubicación

La empresa se encuentra ubicada en la región sur del país, localizada en el departamento de Escuintla.

**Figura 1. Localización de Refrescos Carbonatados, S.A.**



Fuente: [www.googleearth.com](http://www.googleearth.com)

### **1.1.3 Actividades de la empresa**

La empresa tiene diferentes actividades, debido a que se dedica a la elaboración de diferentes tipos de bebidas carbonatadas y no carbonatas así como también cuenta con un área de semisólidos.

En el área de bebidas carbonatadas se le agrega CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono), en las cuales hay variedad de bebidas, tales como: Fantastic Cola, Naranja, Roja, Granada Dry, etc. Estas son embotelladas en botellas de vidrio.

En el área de bebidas no carbonatadas se tienen jugos de diferentes tipos y sabores: los jugos del valle con presentaciones en sabores de Piña, Manzana, Melocotón, Pera, etc.; jugos Frutilive en presentaciones de galon, ½ litro, litro y vaso; jugos de naranja y una amplia diversidad de jugos en diferentes presentaciones y sabores.

El área de semisólidos se caracteriza porque se dedica a la elaboración de frijoles fritos enlatados, los que se obtienen en diferentes presentaciones, en esta área también se elabora el jugo V9.

#### **1.1.3.1 Tipos de productos**

La empresa Refrescos Carbonatados, S.A. produce una gama de diferentes tipos de productos que se describen a continuación.

### a. Aguas gaseosas

Las aguas gaseosas que se elaboran en la empresa son de varios sabores entre los que se mencionan: uva, naranja, fresa, limonada.

**Figura 2. Aguas gaseosas**



Fuente: Información proporcionada por la empresa

### b. Jugos

Los jugos elaborados contienen un 35% de pulpa de fruta, los tipos de sabores son: melocotón, manzana, piña.

**Figura 3. Jugos de frutas**



Fuente: Información proporcionada por la empresa

### c. Frijoles

Los frijoles fabricados se envasan en lata, hay presentaciones desde 8 onzas hasta 16 onzas.

**Figura 4. Frijoles enlatados**



Fuente: Información proporcionada por la empresa

### d. Salsitas

Las salsitas que se producen tienen diferentes tipos los cuales son: salsa de tomate, salsa ranchera, salsa picante, salsa de guacamol.

**Figura 5. Salsita de tomate**



Fuente: Información proporcionada por la empresa

### e. Leche

En la producción de leche únicamente hay dos sabores: fresa y chocolate.

**Figura 6. Leche saborizada**



Fuente: Información proporcionada por la empresa

### f. Aguas hidratantes

Las aguas hidratantes son envasadas en lata de 12 onzas, existe un único sabor.

**Figura 7. Aguas hidratantes**



Fuente: Información proporcionada por la empresa

#### **1.1.4 Estructura organizacional**

Se detallan las funciones que debe realizar cada departamento lo que permite una mejor administración dentro de la empresa.

##### **a. Gerencia**

Es la encargada de velar por la administración del personal y financiera de la empresa.

##### **b. Departamento recursos humanos**

Son los que velan para que el personal que trabaja en la empresa sea el idóneo para realizar sus funciones en cada puestos de trabajo y disminuir la rotación del personal.

##### **c. Departamento de proyectos**

Se encargan de la realización de los nuevos proyectos que se elaboran en la empresa para aumentar la producción de bebidas carbonatadas, implementan nuevas alternativas en tecnología de equipos y modificación para aumentar la eficiencia de la empresa.

#### **d. Departamento de bebidas**

En este departamento se elaboran las bebidas carbonatadas. Comienza desde el ingreso de la materia prima, la elaboración de la bebida carbonatada, el empaquetado y la entrega para la venta. Este departamento cuenta con un área de Calidad donde aplican los sistemas de gestión para el control de inocuidad del producto y llene los requisitos establecidos por las normas ISO y OSHAS.

#### **e. Departamento de servicios**

Mantienen los suministros primordiales para el funcionamiento de los equipos. Entre los servicios principales están: agua, aire comprimido, energía eléctrica, vapor y aire acondicionado.

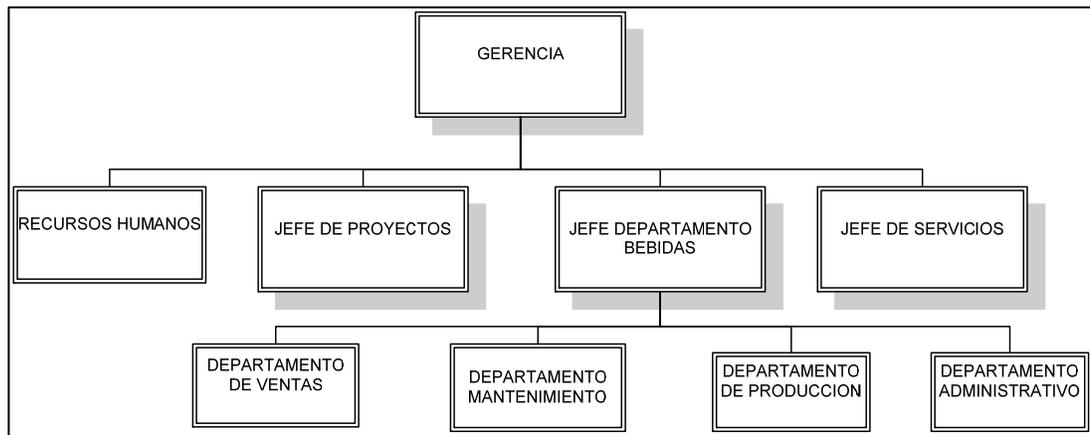
#### **1.1.4.1 Tipo de organización**

El tipo de organización que se desarrolla en la empresa es de tipo formal, se utiliza de manera conjunta el personal para poder laborar en forma eficiente. Los propósitos que se tienen con esta organización son: permitir al gerente la ejecución de los objetivos primordiales de la empresa, eliminar la duplicidad del trabajo, asignar a cada miembro de la empresa para que con responsabilidad y autoridad ejecuten sus tareas de manera que se agrupen e identifiquen los problemas y las soluciones para la empresa.

### 1.1.4.2 Organigrama

Se detalla la estructura de la empresa, describiendo los diferentes tipos de departamentos que la integran.

**Figura 8. Organigrama de la empresa**



**Fuente: Información proporcionada por la empresa**

### 1.1.5 Política de calidad

Somos una empresa de bebidas, comprometidos a satisfacer en nuestros productos, la calidad, inocuidad y seguridad, así como también cuidando el medio ambiente y la seguridad del personal.

### 1.1.6 Misión

Ser una empresa productora y proveedora de servicios de maquila en el área de alimentos, con una continua diversificación de productos, comprometidos a ofrecer a nuestros clientes productos de calidad, promoviendo el crecimiento de nuestros empleados para un beneficio mutuo, con un apoyo social, económico y cultural a la comunidad, con la finalidad de convertir la inversión de los accionistas en una rentabilidad de crecimiento sostenido.

### 1.1.7 Visión

Ser una productora, maquiladora y distribuidora de alimentos, ágil y dinámica a los cambios del mercado, incrementando su participación con una mayor diversificación de productos, mejora constante en sus procesos y permanente tecnificación de su recurso humano, para lograr la satisfacción de sus clientes, orientada a obtener una mayor rentabilidad.

### 1.1.8 Valores

1. **CALIDAD:** cumplir los requisitos de calidad e inocuidad de nuestros productos.
2. **INTEGRIDAD:** obrar con rectitud siempre, no importando las circunstancias. Incluye comunicar las intenciones, ideas y sentimientos. Vivir correctamente, ser honesto y confiable.
3. **EXCELENCIA EN EL SERVICIO:** comprometerse a superar las expectativas de los clientes, implica esforzarse por conocer y resolver los problemas tanto del cliente interno como externo.
4. **EFICIENCIA:** es comprender la esencia de las atribuciones, logrando el mayor número de bienes o servicios utilizando el menor número de recursos que sea posible.

### **1.1.9 Jornada de trabajo**

Actualmente en la empresa se manejan 2 jornadas de trabajo.

- Jornada diurna de 7:00 a 19:00 horas
- Jornada Nocturna de 19:00 a 7:00 horas

## **1.2 Descripción de materia prima**

Para la elaboración de los refrescos carbonatados se utilizan tres principales materias primas, las que se describen de la siguiente manera.

### **1.2.1 Agua**

Para la preparación de ésta, es necesario que el agua sea limpia, incolora e inodora, que no contenga bacterias , que su "alcalinidad" sea de menos de 50 ppm , que contenga menos de 500 ppm de sólidos totales y menos de 0.1 ppm de hierro o manganeso . El agua que contiene materia en suspensión no se carbonata fácilmente y las bebidas que con ella se preparan se desgasifican rápidamente. El agua del abastecimiento público se trata en la planta embotelladora para purificarla con filtros de arena o discos de papel y mediante el procedimiento de coagulación y sedimentación se clarifica el agua, con carbón activo, ozono o cloro se le quita el color y el olor. Para eliminar las algas se requiere la cloración seguida de coagulación, sedimentación y filtración con carbón activo.

### 1.2.2 Jarabe

Para la preparación de jarabe, la empresa está provista de tanques mezcladores y de almacenamiento, generalmente está situada en el segundo piso a efecto de que el jarabe pueda fluir por su propio peso a la embotelladora. El agente edulcorante usual es el azúcar de caña. Para preparar el jarabe se pone la cantidad necesaria de agua, previamente tratada en un tanque mezclador provisto de agitador mecánico; agitando sin cesar, se añade poco a poco la cantidad necesaria de azúcar. Luego que se disuelve el azúcar se agregan el saborizante, color, ácido y preservativo. Después de mezclar muy bien todos los ingredientes, se pasa el jarabe por un colador fino de alambre de acero inoxidable, luego pasa por un intercambiador donde se le agrega carbón para poder volver transparente el jarabe, la dulzura está en función al Brix el que debe ser de 55 brix.

### 1.2.3 Dióxido de carbono

También denominado gas carbónico y anhídrido carbónico. Es un gas cuyas moléculas están compuestas por dos átomos de oxígeno y uno de carbono. Su fórmula química es  $\text{CO}_2$ .

**Tabla I. Características físicas del dióxido de carbono**

<b>PROPIEDADES FÍSICAS</b>	
Estado de agregación	Gas
Apariencia	Gas incoloro
Densidad	1.6 Kg./m <sup>3</sup> ; 0,0016 g/cm <sup>3</sup>
Masa Molar	44,0 g/mol
Punto de fusión	195 K (-78 °C)
Punto de ebullición	216 K (-57 °C)
Estructura cristalina	Parecida al cuarzo
Viscosidad	0,07 cP a -78 °C

**Fuente: Información proporcionada por la empresa**

**Tabla II. Características químicas del dióxido de carbono**

<b>PROPIEDADES QUÍMICAS</b>	
Acidez (pKa)	6,35 y 10,33
Solubilidad en agua	1,45 kg/m <sup>3</sup>

**Fuente: Información proporcionada por la empresa**

### **1.3 Descripción de insumos**

Para poder envasar los refrescos carbonatados es necesario utilizar insumos. Se detallan de la siguiente manera:

#### **1.3.1 Botella de vidrio**

Es un recipiente con el cuello estrecho que se utiliza para conservar, almacenar y transportar líquidos, se utiliza para aquellos productos cuyas propiedades no se alteran bajo los efectos de la luz.

La botella de vidrio lleva impresa en el cuerpo donde se especifica el tipo de producto y la marca, así como las informaciones legales, composición, ingredientes y derechos del fabricante.

La botella se compone de las siguientes partes (de arriba abajo):

- Boca: orificio por donde se vierte el líquido
- Hilo o hélice
- Anillo
- Cuello
- Espalda
- Cuerpo
- Fondo
- Anillo de apilamiento

**Figura 9. Botella de vidrio**



Fuente: Información proporcionada por la empresa

### **1.3.2 Tapa para botella de vidrio**

Es utilizada para poder sellar la botella de vidrio y evitar la contaminación del ambiente, existen varios tipos de tapas.

- Para líquidos envasados con presión
  - Tapón corona
  - Twist-off corona
  - Eurospin
  - DiTAB

**Figura 10. Tapa de botella**



Fuente: Información proporcionada por la empresa

### 1.3.3 Cajilla plástica

Es la que se utiliza para transportar los envases a la bodega de producto terminado y hacia el consumidor final. La cajilla debe ser resistente para poder soportar la trayectoria, en cada cajilla plástica se introducen 24 unidades.

**Figura 11. Cajilla plástica**



**Fuente: Información proporcionada por la empresa**

## **2. SITUACIÓN ACTUAL DEL PROCESO DE BEBIDAS CARBONATADAS**

### **2.1 Descripción del proceso de llenado de botellas carbonatadas**

Se mostrarán los procesos que se tienen que tomar para el envasado de las bebidas carbonatadas.

#### **2.1.1 Sistema de transporte**

El sistema de transporte es de suma importancia, este es el que hace que se lleve a cabo el recorrido de las botellas y de las cajillas. Está compuesto de 2 tipos de transportadores: transporte de cadena y transporte de rodillo.

##### **2.1.1.1 Transporte de cadena**

El transporte de cadena consta de un motor eléctrico el que le da la potencia, luego por un reductor mecánico da la tracción a un eje, el cual por medio de un sprocket metálico da movimiento a la cadena de tablilla. La cadena debe ser de acero inoxidable para evitar que el vidrio la deteriore y el agua la oxide.

##### **2.1.1.2 Transporte de rodillo**

El transporte de rodillo se utiliza en las vueltas, consta de rodillos rectos y cónicos, los cónicos hacen que la cajilla gire, los rodillos se mueven por medio de fajas pequeñas que van sobre unas poleas plásticas, en las que el movimiento lo da el eje que viene desde la caja reductora que le da movimiento el motor eléctrico.

## **2.1.2 Puntos críticos**

Es donde el producto o los insumos presentan algún tipo de riesgo, los que pueden ser físicos: papel, basura, polvo, químicos: grasa, soda cáustica, microbiológicos: bacterias y mohos.

### **2.1.2.1 Lavadora de botellas**

El lavado es el segundo proceso por el que pasan las botellas. Consiste en una máquina donde las botellas llegan y automáticamente entran en la lavadora donde las botellas son lavadas varias veces por agua, soda, cloro, para que así sean purificadas y cuenten con las normas necesarias para luego ser llenadas con el producto.

Después son enviadas por un transportador, en su recorrido existen diferentes obstáculos en los que las botellas que están quebradas son colocadas en un recipiente, luego las botellas son clasificadas y pasan únicamente las que estén en buenas condiciones, luego son enviadas a un depurador de botellas sucias.

### **2.1.2.2 Depurado de botellas dañadas**

Este proceso consiste en eliminar las botellas que salgan sucias de la lavadora de botellas o las botellas que tengan algún defecto o estén por alguna razón quebradas o rajadas. Este aparato toma fotografías a las botellas que pasan por ahí y guarda una botella que le sirve de muestra para poder llevar el control de estas. Las botellas que no cumplen las normas necesarias de calidad y de higiene son eliminadas por un golpeador que se encuentra en la salida, este golpeador controla la botella que esta sucia o dañada por medio de las

revoluciones que da un eje que esta ubicado en el transportador por el que van las botellas. Las botellas que no cumplen con los estándares de calidad son desechadas para volverlas a reciclar, pero las que se encuentren sucias o con algún tipo de desperdicio dentro de ella, se le saca y vuelve a entrar a la lavadora de botellas, después de la depuración de estas botellas van hacia la llenadora.

### **2.1.2.3 Llenado de botellas**

La llenadora de botellas consiste en una máquina que tiene la capacidad de llenar varias botellas al mismo tiempo, esto puede variar dependiendo del tipo de máquina que se esté usando, debido que existen varias capacidades. Para el llenado se realiza primero la preparación de la bebida, el agua entra a una determinada temperatura. Si no se llena con esa temperatura podría ocasionar que las botellas se quiebren y ocasionar mucha espuma lo que no se llenaría a la altura que se requiere, el agua fluye hacia varios tubos en los que van a las válvulas de llenado, las que son automáticas. Cuando la botella pasa se va llenando hasta que sale de la llenadora, para luego pasar a la taponadora.

### **2.1.2.4 Taponado de botellas**

Consiste en ponerle la tapa a la botella, después de pasar por la llenadora. La taponadora tiene que trabajar sincronizada a la velocidad de la llenadora, para no atrasar a la llenadora. Las tapitas están colocadas en la parte de arriba de la taponadora, luego van cayendo por gravedad, pero también tiene un ordenador de tapa, de lo contrario puede provocar que las tapas estén volteadas por lo que podría ocasionar que se quebrara la botella, o que se retrazara ya que no cumple con las normas de calidad.

### **2.1.3 Puntos no críticos**

Es donde el producto o los insumos no llevan ningún tipo de riesgo, esto se dan al inicio de la línea y al final cuando el producto ya va tapado.

#### **2.1.3.1 Desempacadora de botellas**

Es el primer proceso que se tiene en la línea de producción. Consiste en una máquina en la cual llegan las cajillas (24 unidades) éstas fueron puestas por un operador anteriormente en una transportador de rodillos los que después pasan por medio de un transportador de tablillas, cuando llegan a la máquina son sacadas de la cajilla por medio de unas boquillas que funcionan por succión de aire, esta máquina cuenta con 6 succionadoras de 24 unidades cada una, luego de succionarlas las coloca en una transportador de tablillas en la parte superior, las cajillas siguen en la parte inferior para así poder enviarlas a una lavadora y las botellas a otra lavadora.

#### **2.1.3.2 Lavado de cajillas**

Este proceso se lleva apartado de las botellas, pasa por una lavadora pero no es tan compleja como el de las botellas. Las cajillas pasan por unos transportadores antes de llegar a la lavadora, cuando entran existen jets que lanzan agua a presión, agua con cloro, para que las cajillas que lleguen sucias se limpien y las que salgan aun sucias o que están dañadas son eliminadas por un operador que se encuentra en la salida de esta máquina, luego de que son inspeccionadas por el operador son enviadas por un transportador a las empacadora de botellas.

### **2.1.3.3 Empacadora de botellas en cajilla**

Este proceso se lleva a cabo después de la depuración de botellas llenas, son colocadas en cajas de 24 unidades. Las cajillas que previamente fueron lavadas son colocadas en una máquina donde por medio de un transportador son llevadas a la empacadora y por medio de otro transportador las botellas también son llevadas hacia la empacadora, ahí por varios transportadores son alineadas y por medio de las tulipas centradoras las que son accionadas por el aire comprimido para que sean elevadas y colocadas en las cajillas, las que son llevadas después a la paletizadora de cajillas.

### **2.1.3.4 Paletizadora de botella con cajilla**

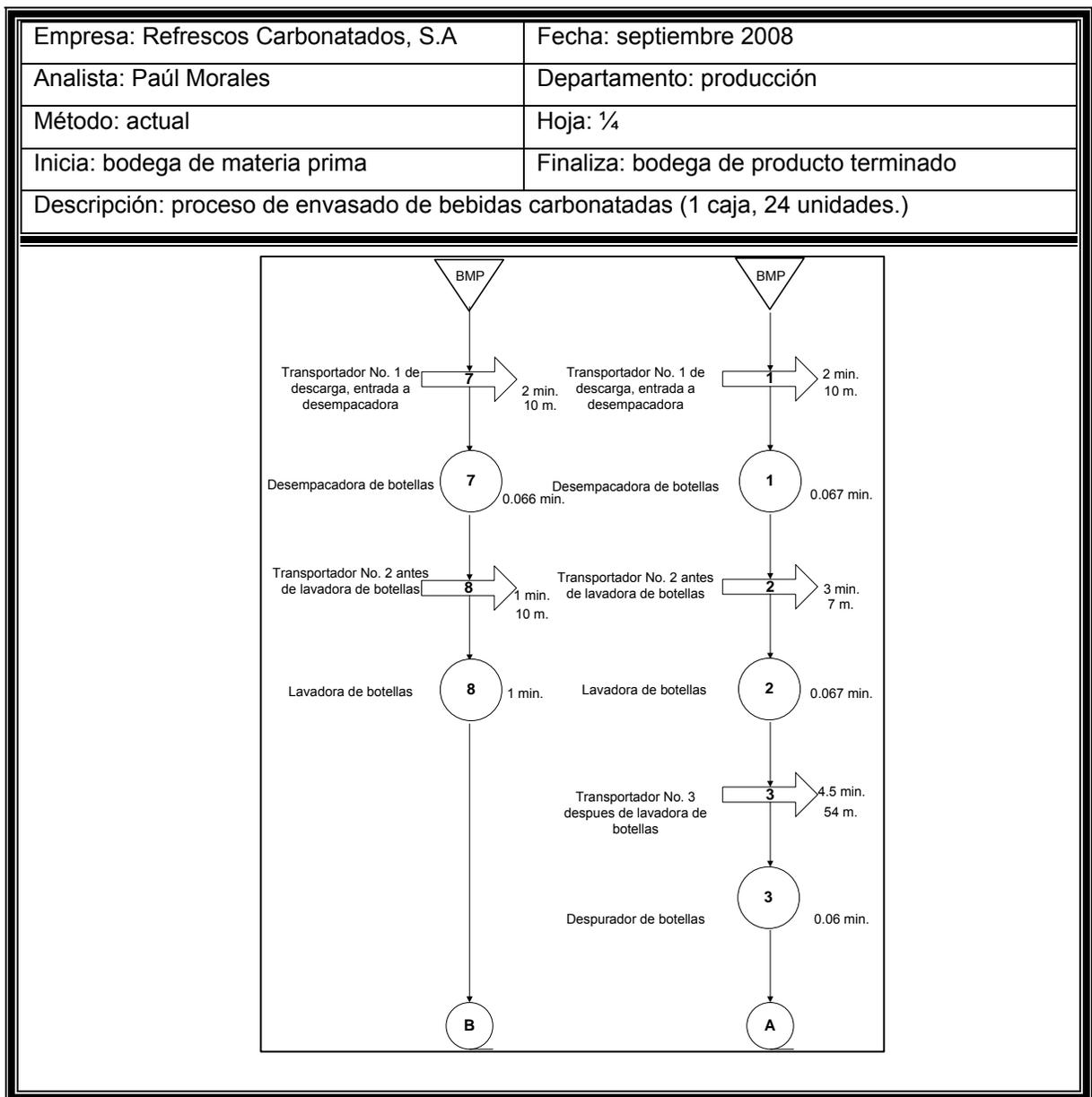
Este es el último paso que se lleva a cabo en el proceso de envasado de bebidas carbonatadas. La paletizadora de cajillas llenas consta de 50 rodillos metálicos que giran por medio de cojinetes en los extremos, los que son controlados por un PLC, este hace que las cajillas lleguen a una velocidad controlada. Con un cilindro neumático son empujadas las cajillas a la mesa, también llamada transferencia las que reciben las cajas y forman 6 secciones de 10 cajas cada sección. Posee un marco elevador en donde son estibadas las cajas y forman un palett el que consta de 60 cajas, luego son enviadas por un transportador el que las envía a almacén de producto terminado.

## **2.2 Estudio de tiempos en la línea de producción**

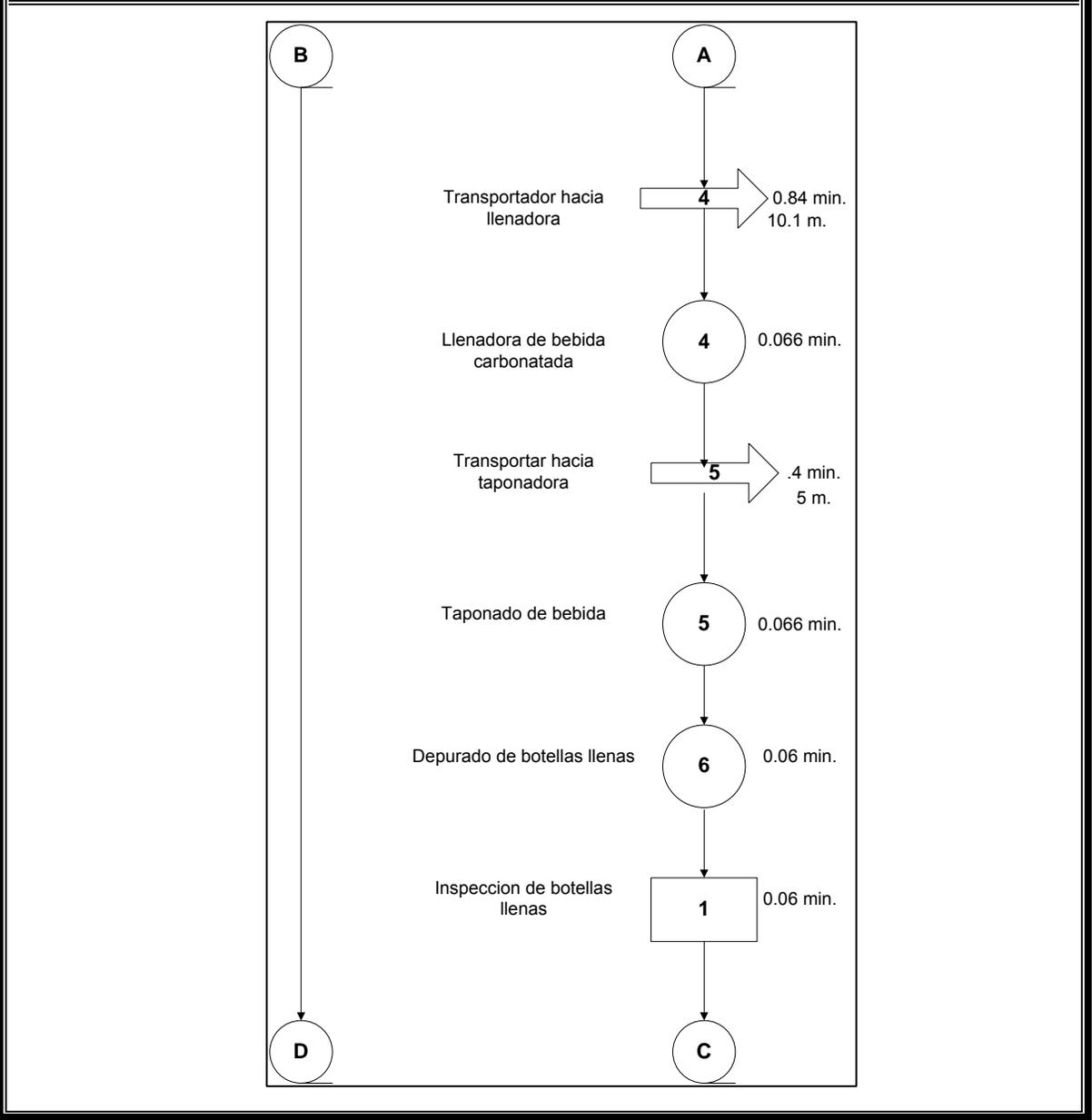
Es una representación gráfica de los pasos que se siguen en toda una secuencia de actividades, dentro de un proceso o un procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza; incluye, además, toda la información que se considera necesaria para el análisis, tal como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido. Con fines analíticos y como ayuda para descubrir y eliminar ineficiencias, es conveniente clasificar las acciones que tienen lugar durante un proceso dado en cinco clasificaciones. Estas se conocen bajo los términos de operaciones, transportes, inspecciones, retrasos o demoras y almacenajes.

## 2.2.1 Diagrama de flujo del proceso

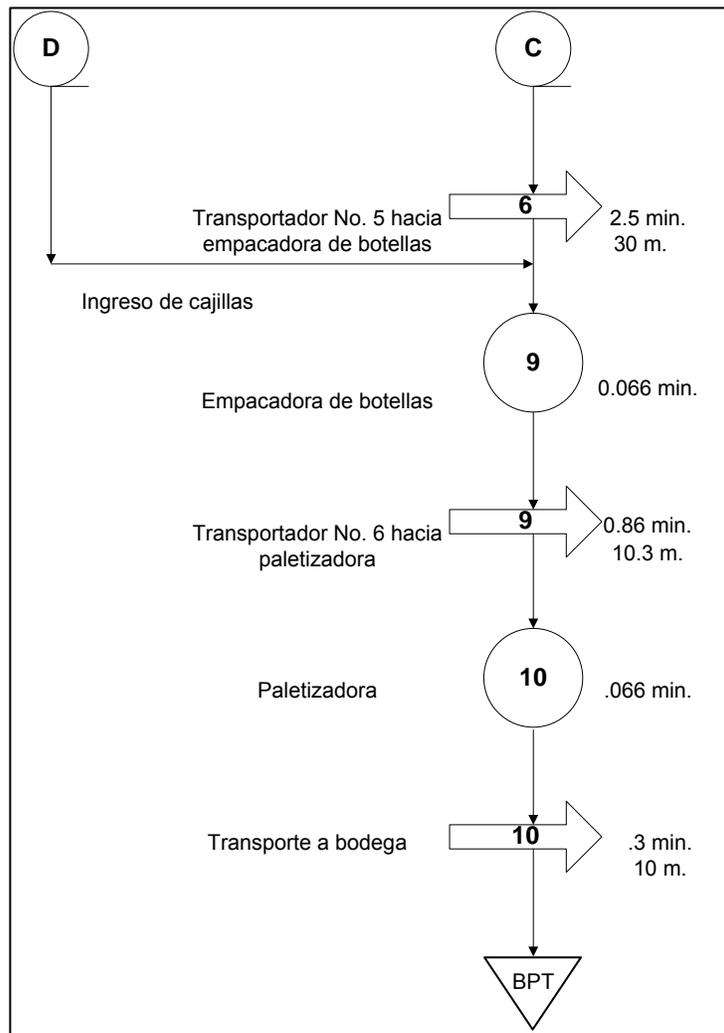
Para llevar a cabo el estudio de tiempos, es necesario realizar el diagrama de flujo donde se detallan las demoras, recorridos, bodegas y operaciones que se llevan a cabo en la fabricación de bebidas carbonatadas.



Empresa: Refrescos Carbonatados, S.A	Fecha: septiembre 2008
Analista: Paúl Morales	Departamento: producción
Método: actual	Hoja: 2/4
Inicia: bodega de materia prima	Finaliza: bodega de producto terminado
Descripción: proceso de envasado de bebidas carbonatadas (1 caja, 24 unidades.)	



Empresa: Refrescos Carbonatados, S.A	Fecha: septiembre 2008
Analista: Paúl Morales	Departamento: producción
Método: actual	Hoja: 3/4
Inicia: bodega de materia prima	Finaliza: bodega de producto terminado
Descripción: proceso de envasado de bebidas carbonatadas (1 caja, 24 unidades.)	



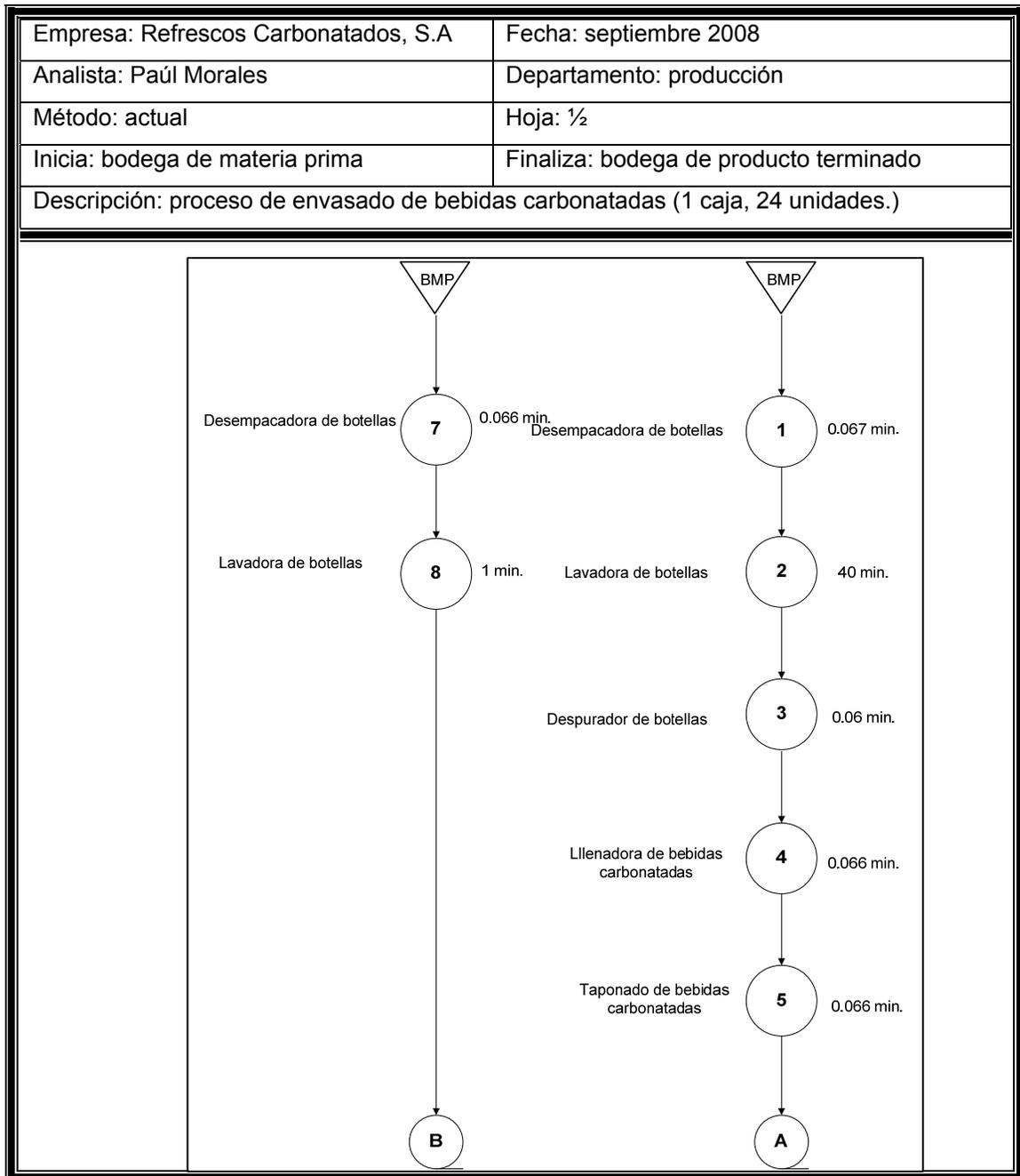
Empresa: Refrescos Carbonatados, S.A	Fecha: septiembre 2008
Analista: Paúl Morales	Departamento: producción
Método: actual	Hoja: 4/4
Inicia: bodega de materia prima	Finaliza: bodega de producto terminado
Descripción: proceso de envasado de bebidas carbonatadas (1 caja, 24 unidades.)	

## RESUMEN

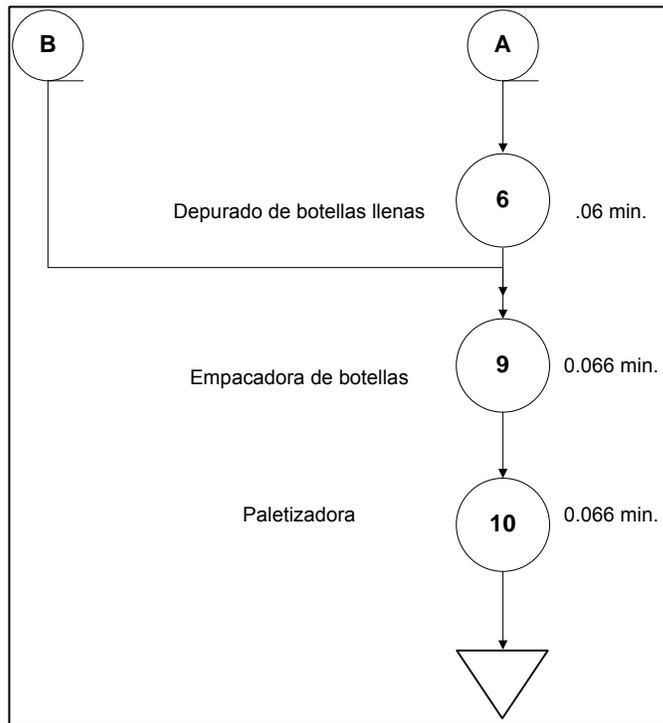
SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min.)	DISTANCIA (metros)
○	10	44.46	
□	1	0.06	
⇒	10	14.4	136
TOTAL	17	58.92	136

## 2.2.2 Diagrama de operaciones del proceso

Se detallan los procesos en donde únicamente se evalúan las operaciones para la fabricación de bebida carbonatada.



Empresa: Refrescos Carbonatados, S.A	Fecha: septiembre 2008
Analista: Paúl Morales	Departamento: producción
Método: actual	Hoja: 2/2
Inicia: bodega de materia prima	Finaliza: bodega de producto terminado
Descripción: proceso de envasado de bebidas carbonatadas (1 caja, 24 unidades.)	

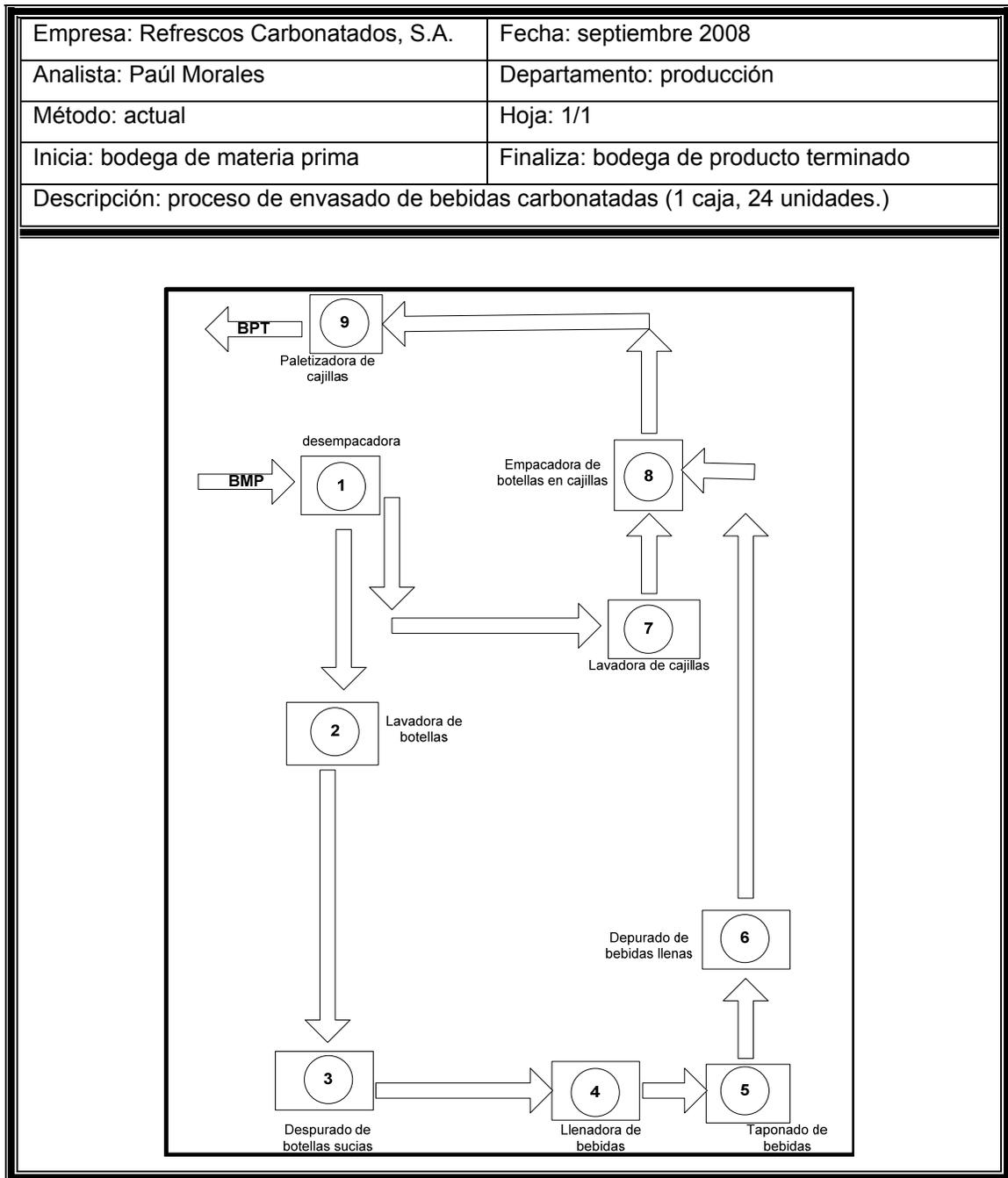


### RESUMEN

SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min.)
○	10	40.46

### 2.2.3 Diagrama de recorrido

El diagrama de recorrido ilustra el esquema que presenta la maquinaria en la fabricación de bebidas carbonatadas.



## 2.2.4 Determinación del cuello de botella

Para poder determinar el proceso más lento que afecta la producción es necesario comparar los tiempos que se tienen por cada equipo.

- **Estudio de tiempos**

Se calculan los tiempos incluyendo las siguientes observaciones; velocidad real del equipo, tiempos de suplementos, tiempo disponible.

### a. Desempacadora de botellas

Tabla III. Estudio de tiempos desempacadora de botellas

	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>
	Velocidad (cajas*min.)	0.067
Suplementos (min.)	Preparación de equipo	4
	Fatiga	4
	Fallas en equipo (10%)	5
	Tiempo total suplementos*hora	13
	Tiempo disponible	47
	Botellas por caja	24
	Unidades por hora	16,824
	<b>CAJAS / HORA</b>	<b>701</b>

Fuente: Información de tiempos proporcionado por la empresa

**b. Lavadora de botellas**

**Tabla IV. Estudio de tiempos lavadora de botellas**

	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>
	Tiempo total de lavado (min.)	40
	Capacidad	16800
	Velocidad (cajas*min.)	0.067
Suplementos (min.)	Preparación de equipo	5
	Toma de botellas	5
	Fatiga	5
	Fallas en equipo (5%)	8
	Tiempo total suplementos*hora	23
	Tiempo disponible	37
	Botellas por caja	24
	Unidades por hora	13272
	<b>CARTONES / HORA</b>	<b>553</b>

Fuente: Información de tiempos proporcionado por la empresa

**c. Inspector de botellas sucias**

**Tabla V. Estudio de tiempos inspector de botellas sucias**

	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>
	Velocidad (cajas*min.)	0.060
Suplementos (min.)	Preparación de equipo	2
	Fatiga	5
	Fallas en equipo (10%)	5
	Tiempo total suplementos*hora	12
	Tiempo disponible	48
	Botellas por caja	24
	Unidades por hora	19200
	<b>CAJAS / HORA</b>	<b>800</b>

Fuente: Información de tiempos proporcionado por la empresa

#### d. Llenadora de bebida

Tabla VI. Estudio de tiempos llenadora de bebidas

	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>
	Velocidad (cajas*min.)	0.066
Suplementos (min.)	Preparación de equipo	4
	Fatiga	5
	Fallas en equipo (10%)	4
	Tiempo total suplementos*hora	13
	Tiempo disponible	47
	Botellas por caja	24
	Unidades por hora	17088
	<b>CAJAS / HORA</b>	<b>712</b>

Fuente: Información de tiempos proporcionado por la empresa

#### e. Selladora de bebida

Tabla VII. Estudio de tiempos selladora de bebida

	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>
	Velocidad (cajas*min.)	0.066
Suplementos (min.)	Preparación de equipo	3
	Fatiga	5
	Fallas en equipo (10%)	5
	Tiempo total suplementos*hora	13
	Tiempo disponible	47
	Botellas por caja	24
	Unidades por hora	17,088
	<b>CAJAS / HORA</b>	<b>712</b>

Fuente: Información de tiempos proporcionado por la empresa

**f. Inspector de botellas llenas**

**Tabla VIII. Estudio de tiempos inspector de botellas llenas**

	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>
	Velocidad (cajas*min.)	0.060
Suplementos (min.)	Preparación de equipo	2
	Fatiga	5
	Fallas en equipo (10%)	5
	Tiempo total suplementos*hora	12
	Tiempo disponible	48
	Botellas por caja	24
	Unidades por hora	19200
	<b>CAJAS / HORA</b>	<b>800</b>

Fuente: Información de tiempos proporcionado por la empresa

**g. Empacadora de botellas en cajillas**

**Tabla IX. Estudio de tiempos empacadora de botellas**

	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>
	Velocidad (cajas*min.)	0.066
Suplementos (min.)	Preparación de equipo	4
	Fatiga	4
	Fallas en equipo (10%)	4
	Tiempo total suplementos*hora	12
	Tiempo disponible	48
	Botellas por caja	24
	Unidades por hora	17,448
	<b>CAJAS / HORA</b>	<b>727</b>

Fuente: Información de tiempos proporcionado por la empresa

## h. Paletizadora de cajillas

Tabla X. Estudio de tiempos paletizadora de cajillas

	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
	Velocidad (cajas*min.)	0.066
Suplementos (min.)	Preparación de equipo	4
	Fatiga	5
	Fallas en equipo (10%)	4
	Tiempo total suplementos*hora	13
	Tiempo disponible	47
	Botellas por caja	24
	Unidades por hora	17,088
	<b>CAJAS / HORA</b>	<b>712</b>

Fuente: Información de tiempos proporcionado por la empresa

## i. Cuello de botella

Tabla XI. Determinación del cuello de botella

MÁQUINA	CAJAS*HORA	EFICIENCIA	CUELLO DE BOTELLA
Desempacadora	701	87.63%	
Lavadora de botellas	553	69.12%	Cuello de botella
Inspector botella sucia	800	100%	
Llenadora de bebida	712	89%	
Selladora de bebida	712	89%	
Inspector botella limpia	800	100%	
Empacadora de botella	727	91%	
Paletizadora de cajilla	712	89%	

Fuente: Información de tiempos proporcionado por la empresa

## **2.3 Capacidad del sistema de lavado de botellas**

Para determinar la capacidad se deben analizar varios aspectos entre algunos se mencionan.

- El estudio económico que implicará la nueva propuesta.
- El incremento de la producción que se obtendrá.
- El personal encargado de producción y mantenimiento.
- El cumplimiento de la demanda actual.

### **2.3.1 Capacidad de producción actual**

La capacidad de producción de la empresa que se tiene en la actualidad es la siguiente:

$$produccion.actual = 553cajas / hora \times 12horas = 6636cajas / dia$$

La producción que se obtiene actualmente son estadísticas basadas en datos históricos de producción. La tabla IV, muestra la información.

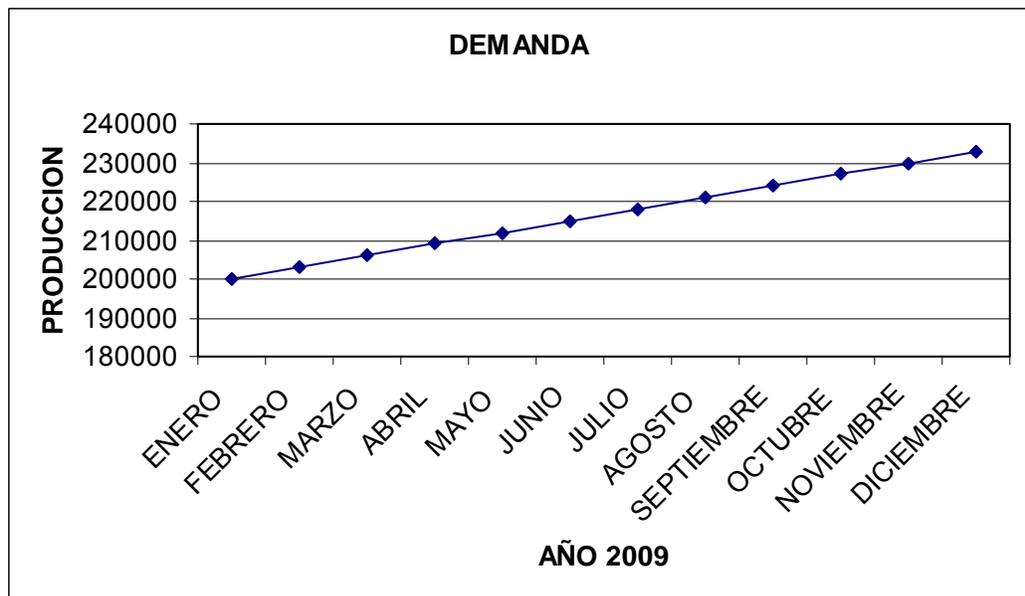
## **2.4 Comportamiento de la demanda**

Actualmente, la empresa ha obtenido un crecimiento del 15%, este porcentaje es establecido por la junta directiva de la empresa en base a las ventas: en la página 36, se muestran datos respecto al año anterior. A continuación, se detallará el comportamiento que tendrá durante el año 2009.

### 2.4.1 Pronóstico

El pronóstico para el año 2009 se describe en el siguiente gráfico.

Gráfica 1. Pronóstico año 2009



Fuente: Información proporcionada por la empresa

### 2.4.2 Demanda actual

Para determinar la demanda se estima un crecimiento del 15% anual en la producción, se divide en los doce meses del año para dar un aumento mensual.

**Tabla XII. Demanda de 2009**

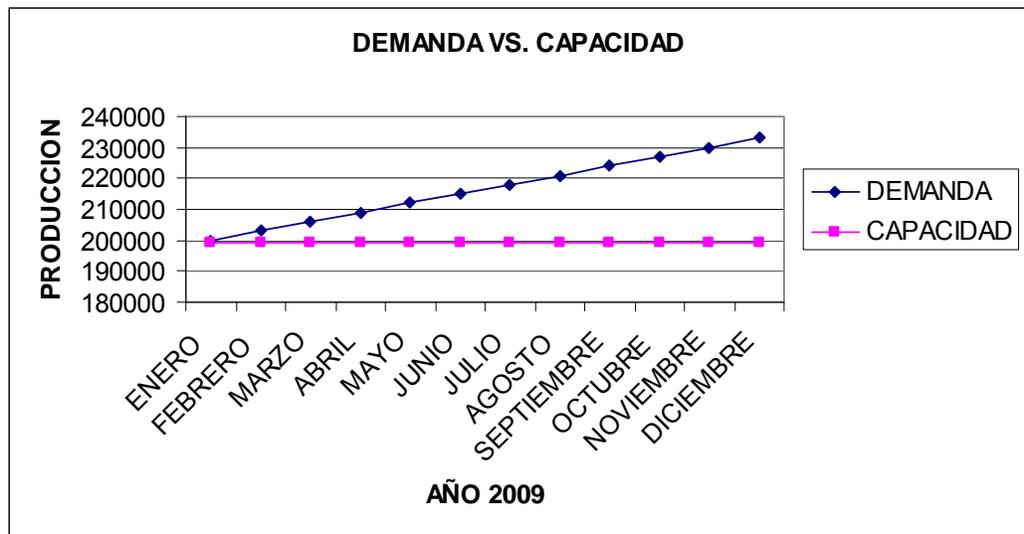
MES	DEMANDA
ENERO	200000
FEBRERO	203000
MARZO	206000
ABRIL	209000
MAYO	212000
JUNIO	215000
JULIO	218000
AGOSTO	221000
SEPTIEMBRE	224000
OCTUBRE	227000
NOVIEMBRE	230000
DICIEMBRE	233000

Fuente: Información proporcionada por la empresa

### 2.4.3 Capacidad de producción

La capacidad de la producción es baja, según se presenta en la gráfica 2. Se encuentra por debajo de la demanda, por lo que no se logra abastecer al mercado, debido a la producción que se tiene actualmente.

**Gráfica 2. Capacidad de producción año 2009**



Fuente: Información proporcionada por la empresa

## **2.5 Centros de trabajo de la línea**

Es importante asignar la cantidad de personal que estará en cada centro de trabajo, para optimizar el número de operarios, técnicos y supervisores, con el fin de poder evitar los costos de tiempo de ocio durante las operaciones de producción y mantenimiento y poder evitar incurrir en costos ocultos con respecto a la mano de obra.

### **2.5.1 Personal requerido**

Cada centro de trabajo debe de contar con una cantidad idónea de personal operativo, eléctrico, mecánico y supervisión del área. Según la complejidad del equipo será el número de personas, para lo cual se detalla la cantidad requerida por máquina.

#### **2.5.1.1 Operadores**

Actualmente en la lavadora de botellas se debe de contar con 2 personas para sacar las botellas que no se logran caer al transportador, por lo que hace más tardado el proceso.

**Tabla XIII. Cantidad de operadores por máquina**

	<b>MÁQUINA</b>	<b>PERSONAL</b>
<b>OPERADORES</b>	DESEMPACADORA	1
	LAVADORA DE BOTELLAS	2
	LAVADORA DE CAJILLAS	1
	INSPECTOR DE BOTELLAS LIMPIAS	1
	LLENADORA DE BOTELLAS CARBONATADAS	1
	SELLADORA DE LATAS	1
	CKEKT MAT DE BOTELLAS LLENAS	1
	EMPACADORA	1
	PALETIZADORA	1
	<b>TOTAL</b>	<b>10</b>

Fuente: Información proporcionada por la empresa

### 2.5.1.2 Mecánicos

La cantidad óptima de mecánicos que se utilizará en la línea de producción será de 3 personas, están distribuidos según la complejidad del equipo.

**Tabla XIV. Cantidad de mecánicos por máquina**

	<b>MÁQUINA</b>	<b>PERSONAL</b>
<b>MECÁNICOS</b>	DESEMPACADORA	2
	LAVADORA DE BOTELLAS	
	LAVADORA DE CAJILLAS	
	INSPECTOR DE BOTELLAS LIMPIAS	
	LLENADORA DE BOTELLAS CARBONATADAS	1
	SELLADORA DE LATAS	
	CKEKT MAT DE BOTELLAS LLENAS	
	EMPACADORA	
	PALETIZADORA	
	<b>TOTAL</b>	<b>3</b>

Fuente: Información proporcionada por la empresa

### 2.5.1.3 Eléctricos

Los eléctricos están distribuidos uno por cada 3 máquinas de la línea de producción, para dar un total de tres.

Tabla XV. Cantidad de electricistas por máquina

	MÁQUINA	PERSONAL
ELÉCTRICOS	DESEMPACADORA	1
	LAVADORA DE BOTELLAS	
	LAVADORA DE CAJILLAS	
	INSPECTOR DE BOTELLAS LIMPIAS	1
	LLENADORA DE BOTELLAS CARBONATADAS	
	SELLADORA DE LATAS	
	CHEK MAT DE BOTELLAS LLENAS	1
	EMPACADORA	
	PALETIZADORA	
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>	

Fuente: Información proporcionada por la empresa

### 2.5.1.4 Supervisores

Para la línea de producción se establece un supervisor, es el encargado de la producción y el mantenimiento que se efectúe a los equipos de trabajo, será quien proporcione las capacitaciones y adiestramiento del personal para un buen funcionamiento y cumplir con la demanda de producción.

Tabla XVI. Cantidad de supervisores por máquina

	<b>MÁQUINA</b>	<b>PERSONAL</b>
<b>SUPERVISORES</b>	DESEMPACADORA	<b>1</b>
	LAVADORA DE BOTELLAS	
	LAVADORA DE CAJILLAS	
	INSPECTOR DE BOTELLAS LIMPIAS	
	LLENADORA DE BOTELLAS CARBONATADAS	
	SELLADORA DE LATAS	
	CKEKT MAT DE BOTELLAS LLENAS	
	EMPACADORA	
	PALETIZADORA	
	<b>TOTAL</b>	

Fuente: Información proporcionada por la empresa



### **3. PROPUESTA PARA IMPLEMENTAR EL NUEVO SISTEMA**

#### **3.1 Mecanismo leva-cilindro para la caída de botellas**

El mecanismo fue diseñado para lograr que todas las botellas que entran a la lavadora, sea el mismo número cuando salgan de ella, por lo que se diseñó para que junto con una leva y un cilindro puedan lograr que salga el mismo número de botellas entrantes y salientes.

##### **3.1.1 Descripción general**

El mecanismo fue instalado en la salida de la lavadora, para que las botellas que van en la lavadora, caigan sobre el sistema de transporte que luego las lleva por el proceso siguiente.

##### **3.1.2 Funcionamiento**

Para el funcionamiento se tiene un sensor que está instalado en la leva, el cual hace el movimiento de los cangilones, los que pasan de un ángulo de  $180^\circ$  a  $90^\circ$ . En este cambio las botellas deben caer por gravedad, pero como no se consigue eso, se adaptó una guía, la que está recubierta con un polímero alimenticio. Este logra golpear la botella para que caiga sobre el sistema de transporte, lo que se logra con la sincronización del sensor y un cilindro neumático, el que es accionado con una electroválvulas cuando se da la señal de completado el ciclo. El ángulo que golpea la guía con la boca de la botella es perpendicular para poder lograr el óptimo golpe con una presión de 30 PSI, la que es graduada con un regulador de presión.

### 3.1.3 Componentes principales

Los componentes principales que lleva el nuevo sistema de caída de botellas esta conformado por lo siguiente:

- **Leva**

Por medio de la leva se tiene la función de extraer los envases de la lavadora. Las botellas se encuentran depositadas dentro de las canastas portabotellas, se abren permitiendo el descenso de ellas hasta las levas, permitiendo girar para que continúe el descenso de las botellas, las que son respaldadas por las guías, hasta que son depositadas sobre las uñas, ya en su lugar las botellas son empujadas por las levas, hasta el transportador de salida, quien es el encargado de sacarlas definitivamente de la lavadora. Los materiales utilizados en este proceso son de acero inoxidable para evitar la oxidación y contaminación.

- **Sensor**

Es el encargado de sincronizar la leva para que indique la señal a las electroválvulas con las que envían la presión de aire necesaria para poder actuar los 2 cilindros neumáticos, para que puedan realizar su trabajo, el sensor utilizado es el conductivo ya que detecta la leva cuando a girado una vuelta, el sensor

siempre está en funcionamiento durante todo el proceso para tener una eficiencia alta.

- **Cilindro**

Son los que accionan para poder bajar por medio de unas barras las guías que van sobre el canasto, los que son accionados por la señal del sensor y actuados con las electroválvulas para que funcionen de manera correcta. Los cilindros utilizados en el proceso son de doble efecto, debido a la velocidad de repuesta que debe de ser inmediata, cuando el sensor detecta una vuelta completa de la leva. Este es accionado ingresando aire a la cámara superior para que salga el vástago. Luego de haber realizado esta operación es inyectado aire en la cámara de abajo y el aire que se encuentra en la cámara de arriba es retirado para poder cerrar el ciclo.

- **Electroválvulas**

Estas son accionadas en serie, cuentan con 2 electroválvulas las que funcionan con la señal que detecta el sensor que recibe una señal analógica, que indica hacer el cambio para poder ingresar el aire a la cámara superior y luego desfogar el aire introducido en esta para ingresar en la cámara de la parte inferior y así sucesivamente poder enviar el aire necesario para que el buen funcionamiento del nuevo sistema.

- **Guía transversal**

Es utilizada para poder bajar las botellas que no fueron colocadas en el transportador. Está formada de dos barras de acero inoxidable que van sujetadas sobre los vástagos de los cilindros neumáticos en ellos va soldada una guía transversal que tiene la forma de una “C” volteada hacia abajo para poder controlar la deflexión que se presente con la distancia de un cilindro a otro. Sobre la guía de acero inoxidable va una guía plástica de material EPDM, la que sirve para amortiguar el golpe que recibe la boquilla de las botellas que el sistema actual no podía controlar.

### 3.2 Estudio de tiempos

Para poder determinar cuál ha sido el resultado que se obtiene con la nueva implementación, es necesario realizar un nuevo estudio de tiempos.

#### a. Desempacadora de botellas

Tabla XVII. Estudio de tiempos desempacadora de botellas

	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
	Velocidad (cajas*min.)	0.067
Suplementos (min.)	Preparación de equipo	4
	Fatiga	4
	Fallas en equipo (10%)	5
	Tiempo total suplementos*hora	13
	Tiempo disponible	47
	Botellas por caja	24
	Unidades por hora	16,824
	<b>CAJAS / HORA</b>	<b>701</b>

Fuente: Información de tiempos proporcionado por la empresa

#### b. Lavadora de botellas

Tabla XVIII. Estudio de tiempos lavadora de botellas

	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
	Tiempo total de lavado (min.)	35
	Capacidad	16800
	Velocidad (cajas*min.)	0.0573
Suplementos (min.)	Preparación de equipo	5
	Toma de botellas	5
	Fatiga	4
	Fallas en equipo (5%)	6
	Tiempo total suplementos*hora	20
	Tiempo disponible	40
	Botellas por caja	24
	Unidades por hora	16,752
	<b>CARTONES / HORA</b>	<b>698</b>

Fuente: Información de tiempos proporcionado por la empresa

### c. Inspector de botellas sucias

Tabla XIX. Estudio de tiempos inspector de botellas sucias

	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>
	Velocidad (cajas*min.)	0.060
Suplementos (min.)	Preparación de equipo	2
	Fatiga	5
	Fallas en equipo (10%)	5
	Tiempo total suplementos*hora	12
	Tiempo disponible	48
	Botellas por caja	24
	Unidades por hora	19200
	<b>CAJAS / HORA</b>	<b>800</b>

Fuente: Información de tiempos proporcionado por la empresa

### d. Llenadora de bebida

Tabla XX. Estudio de tiempos llenadora de bebida

	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>
	Velocidad (cajas*min.)	0.066
Suplementos (min.)	Preparación de equipo	4
	Fatiga	5
	Fallas en equipo (10%)	4
	Tiempo total suplementos*hora	13
	Tiempo disponible	47
	Botellas por caja	24
	Unidades por hora	17088
	<b>CAJAS / HORA</b>	<b>712</b>

Fuente: Información de tiempos proporcionado por la empresa

**e. Selladora de bebida**

**Tabla XXI. Estudio de tiempos selladora de bebida**

	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>
	Velocidad (cajas*min.)	0.066
Suplementos (min.)	Preparación de equipo	3
	Fatiga	5
	Fallas en equipo (10%)	5
	Tiempo total suplementos*hora	13
	Tiempo disponible	47
	Botellas por caja	24
	Unidades por hora	17,088
	<b>CAJAS / HORA</b>	<b>712</b>

Fuente: Información de tiempos proporcionado por la empresa

**f. Inspector de botellas llenas**

**Tabla XXII. Estudio de tiempos inspector de botellas llenas**

	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>
	Velocidad (cajas*min.)	0.060
Suplementos (min.)	Preparación de equipo	2
	Fatiga	5
	Fallas en equipo (10%)	5
	Tiempo total suplementos*hora	12
	Tiempo disponible	48
	Botellas por caja	24
	Unidades por hora	19200
	<b>CAJAS / HORA</b>	<b>800</b>

Fuente: Información de tiempos proporcionado por la empresa

### g. Empacadora de botellas en cajillas

Tabla XXIII. Estudio de tiempos empacadora de botellas

	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
	Velocidad (cajas*min.)	0.066
Suplementos (min.)	Preparación de equipo	4
	Fatiga	4
	Fallas en equipo (10%)	4
	Tiempo total suplementos*hora	12
	Tiempo disponible	48
	Botellas por caja	24
	Unidades por hora	17,448
	<b>CAJAS / HORA</b>	<b>727</b>

Fuente: Información de tiempos proporcionado por la empresa

### h. Paletizadora de cajillas

Tabla XXIV. Estudio de tiempos paletizadora de cajillas

	Velocidad (cajas*min.)	0.066
Suplementos (min.)	Preparación de equipo	4
	Fatiga	5
	Fallas en equipo (10%)	4
	Tiempo total suplementos*hora	13
	Tiempo disponible	47
	Botellas por caja	24
	Unidades por hora	17,088
	<b>CAJAS / HORA</b>	<b>712</b>

Fuente: Información de tiempos proporcionado por la empresa

### 3.2.1 Sistema de caída de botellas de la lavadora

Con el nuevo sistema de caída de botellas se incrementa la eficiencia de la línea de producción. Se muestran los siguientes datos:

Tabla XXV. Eficiencia de los equipos

MÁQUINA	CAJAS*HORA	EFICIENCIA
Desempacadora	701	87.63%
Lavadora de botellas	698	87.25%
Inspector botella sucia	800	100%
Llenadora de bebida	712	89%
Selladora de bebida	712	89%
Inspector botella limpia	800	100%
Empacadora de botella	727	91%
Paletizadora de cajilla	712	89%

Fuente: Información de tiempos proporcionado por la empresa

**EFICIENCIA TOTAL DE LA LÍNEA = 91.61%**

### 3.3 Capacidad de producción

La capacidad que se obtendrá con el nuevo sistema va en función de la lavadora de botellas, con ello se obtiene un aumento de 1308 cajas al día.

Capacidad de producción = 698 cajas/hora  
= 8,374 cajas/día  
=293,107 cajas/mes

### 3.3.1 Capacidad mejorada

La capacidad que se tiene actualmente es mayor que la anterior, se logró incrementar el número de botellas lavadas y disminuir el desperdicio que se está ocasionando con el sistema actual.

Capacidad de producción anterior = 553 cajas / hora  
= 6,624 cajas / día  
= 198,720 cajas / mes.

Capacidad de producción = 698 cajas/hora  
= 8,374 cajas/día  
=293,107 cajas/mes.

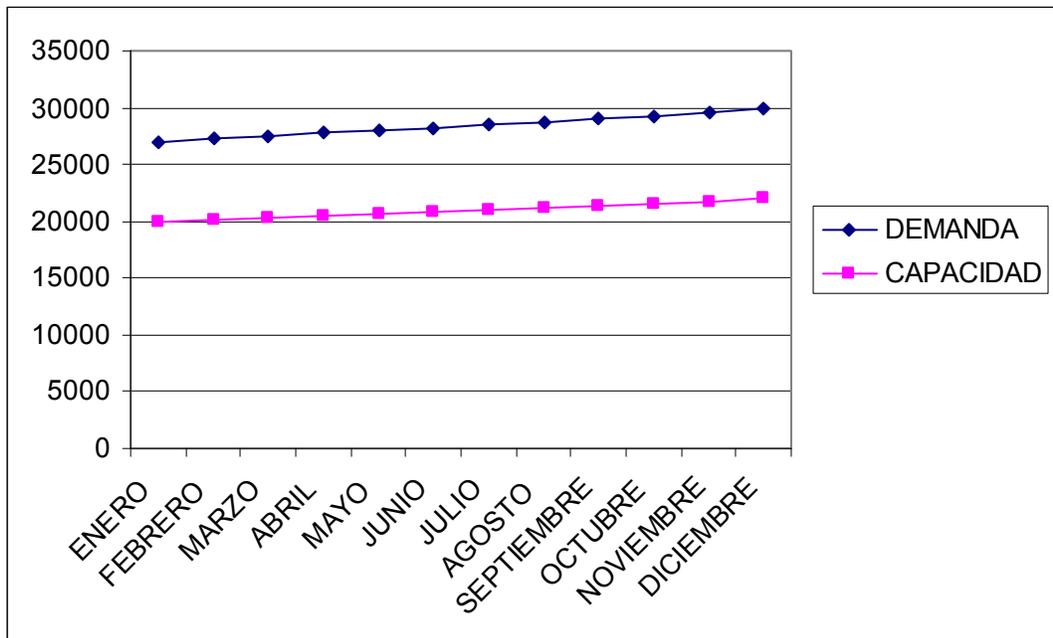
Diferencia de cajas por mes = (293,107-198,720) cajas/mes  
= 94,387 cajas / mes.  
= 32.2 %.

Teniendo un aumento del 32.20 % (94,387) en las cajas producidas por mes.

### 3.3.2 Demanda del mercado

La capacidad que se obtiene con el nuevo sistema de caída de botellas, queda por encima de la demanda de mercado que se tiene en el año 2009.

Gráfica 3. Capacidad de producción del año 2009 con el sistema de caída de botellas de la lavadora



Fuente: Información de tiempos proporcionado por la empresa

### 3.4 Costo de producción

Para poder medir la factibilidad de una empresa, se debe cuantificar los costos que se ocasionan para la elaboración de la bebida carbonatada, para esto se realiza el cálculo de lo que se compone el producto final, entre los cuales está la mano de obra, la materia prima y los insumos.

### 3.4.1 Mano de obra

El cálculo de la mano de obra, se realiza con base en el personal que estará laborando en la línea de producción.

Tabla XXVI. Costos de mano de obra (1)

<b>PUESTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>SUELDO BASE</b>	<b>COMISIÓN</b>	<b>TIEMPO EXTRA- ORDINARIO</b>
<b>OPERADOR</b>	9	Q3,330.00	Q250.00	Q2,914.00
<b>MECÁNICO</b>	3	Q3,575.00	Q250.00	Q3,128.00
<b>ELÉCTRICO</b>	3	Q3,560.00	Q250.00	Q3,115.00
<b>SUPERVISOR</b>	1	Q10,474.00	Q250.00	Q9,165.00
<b>TOTAL</b>	16	Q20,939.00	Q1,000.00	Q18,322.00

Fuente: Información proporcionada por la empresa

Tabla XXVII. Costos de mano de obra (2)

<b>PUESTO</b>	<b>DESCUENTOS</b>	<b>SUB-TOTAL</b>	<b>TOTAL</b>
<b>OPERADOR</b>	Q440.00	Q6,054.00	Q54,487.00
<b>MECÁNICO</b>	Q471.00	Q6,482.00	Q19,447.00
<b>ELÉCTRICO</b>	Q469.00	Q6,456.00	Q19,369.00
<b>SUPERVISOR</b>	Q1,346.00	Q18,542.00	Q18,542.00
<b>TOTAL</b>	Q2,726.00	Q37,535.00	<b>Q111,845.00</b>

Fuente: Información proporcionada por la empresa

### 3.4.2 Materia prima

El costo de la materia prima está con base en el número de cada Batch preparado, en promedio son 8 Batch al día.

Tabla XXVIII. Costos de materia prima

<b>MATERIA PRIMA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO</b>	<b># BATCH</b>	<b>TOTAL</b>
JARABE SIMPLE	1950 gal.	Q0.15	8	Q2,340.00
EXTRACTO (AROMA)	57 lts.	Q25.00	8	Q11,400.00
EXTRACTO (ACIDEZ)	57 gal.	Q15.00	8	Q6,840.00
ESPUMEANTE	1.5 lts.	Q250.00	8	Q3,000.00
CÍTRICOS	25 kg.	Q75.00	8	Q15,000.00
BENZOATO	25 kg.	Q100.00	8	Q20,000.00
AGUA	150 gal.	Q0.05	8	Q60.00
<b>TOTAL</b>				<b>Q 58,640.00</b>

Fuente: Información proporcionada por la empresa

El costo de Q 58,640.00 está con base en un día de producción, el valor obtenido es multiplicado por 30 días, lo que genera un costo total mensual de:

$$\begin{aligned}\text{Costo mensual materia prima} &= \text{Q } 58,640.00 * 30 \text{ días} \\ &= \text{Q } 1,759,200.00\end{aligned}$$

### 3.4.3 Insumos

El costo de los insumos está generado en función de las botellas que se elaboran mensualmente.

Tabla XXIX. Costos de insumos

<b>INSUMO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>SUB-TOTAL</b>
BOTELLA VIDRIO	7,034,568	Q0.19	Q1,336,568.00
TAPA	7,034,568	Q0.21	Q1,477,259.00
CAJILLA PLÁSTICA	293,107	Q0.17	Q49,828.00
<b>TOTAL</b>		<b>Q0.57</b>	<b>Q2,863,655.00</b>

Fuente: Información proporcionada por la empresa

### **3.5 Centros de trabajo de la línea**

Para que la línea de producción sea eficiente y productiva, es necesario determinar la cantidad óptima de operadores, mecánicos, eléctricos y supervisores por cada centro de trabajo.

#### **3.5.1 Personal requerido**

Con el nuevo sistema de caída de botella, se ha logrado una disminución de 1 persona en la operación de la lavadora, lo que beneficia económicamente a la empresa.

##### **3.5.1.1 Operadores**

La cantidad óptima de los operadores en la línea de producción será de 1 operador por cada equipo.

**Tabla XXX. Cantidad de operadores con el nuevo sistema de caída de botellas**

	<b>MÁQUINA</b>	<b>PERSONAL</b>
<b>OPERADORES</b>	DESEMPACADORA	1
	LAVADORA DE BOTELLAS	1
	LAVADORA DE CAJILLAS	1
	INSPECTOR DE BOTELLAS LIMPIAS	1
	LLENADORA DE BOTELLAS CARBONATADAS	1
	SELLADORA DE LATAS	1
	CKEKT MAT DE BOTELLAS LLENAS	1
	EMPACADORA	1
	PALETIZADORA	1
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	

Fuente: Información proporcionada por la empresa

### 3.5.1.2 Mecánicos

Los mecánicos que estarán asignados en la línea de producción, serán los adecuados para trabajar con distintos equipos diferentes.

**Tabla XXXI. Cantidad de mecánicos con el nuevo sistema de caída de botellas**

	<b>MÁQUINA</b>	<b>PERSONAL</b>
<b>MECÁNICOS</b>	DESEMPACADORA	2
	LAVADORA DE BOTELLAS	
	LAVADORA DE CAJILLAS	
	INSPECTOR DE BOTELLAS LIMPIAS	
	LLENADORA DE BOTELLAS CARBONATADAS	1
	SELLADORA DE LATAS	
	CKEKT MAT DE BOTELLAS LLENAS	
	EMPACADORA	
	PALETIZADORA	
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>	

Fuente: Información proporcionada por la empresa

### 3.5.1.3 Eléctricos

Por cada 3 máquinas de la línea de producción se empleará un eléctrico, el cual velará por el mantenimiento que se realizará.

Tabla XXXII. Cantidad de electricistas con el nuevo sistema de caída de botellas

	MÁQUINA	PERSONAL
ELÉCTRICOS	DESEMPACADORA	
	LAVADORA DE BOTELLAS	
	LAVADORA DE CAJILLAS	
	INSPECTOR DE BOTELLAS LIMPIAS	1
	LLENADORA DE BOTELLAS CARBONATADAS	1
	SELLADORA DE LATAS	
	CKEKT MAT DE BOTELLAS LLENAS	
	EMPACADORA	1
	PALETIZADORA	
	<b>TOTAL</b>	<b>3</b>

Fuente: Información proporcionada por la empresa

### 3.5.1.4 Supervisores

La cantidad de supervisores que se encargarán de la línea de producción será de uno, tendrá a cargo el personal operativo y técnico.

**Tabla XXXIII. Cantidad de supervisores con el nuevo sistema de caída de botellas**

	<b>MÁQUINA</b>	<b>PERSONAL</b>
<b>SUPERVISORES</b>	DESEMPACADORA	<b>1</b>
	LAVADORA DE BOTELLAS	
	LAVADORA DE CAJILLAS	
	INSPECTOR DE BOTELLAS LIMPIAS	
	LLENADORA DE BOTELLAS CARBONATADAS	
	SELLADORA DE LATAS	
	CHEK MAT DE BOTELLAS LLENAS	
	EMPACADORA	
	PALETIZADORA	
	<b>TOTAL</b>	

Fuente: Información proporcionada por la empresa

### 3.6 Estudio socioeconómico

Para llevar a cabo la implementación del nuevo sistema de caída de botellas para la lavadora, se realizó un estudio socioeconómico, el cual indica la factibilidad de la propuesta.

#### 3.6.1 Inversión requerida

La inversión será obtenida con base en los componentes que se utilizan en el nuevo sistema de caída de botellas, se cuenta con los mejores componentes del mercado.

**Tabla XXXIV. Costos para la inversión requerida**

<b>COMPONENTES</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
CILINDRO NEUMÁTICO	2	Q10,000.00	Q20,000.00
ELECTROVÁLVULAS	1	Q15,000.00	Q15,000.00
UNIDAD DE MANTENIMIENTO	1	Q2,500.00	Q2,500.00
GUÍA TRANSVERSAL	1	Q2,000.00	Q2,000.00
GUÍA SANITARIA	1	Q3,500.00	Q3,500.00
SENSOR	1	Q7,500.00	Q7,500.00
<b>TOTAL</b>			<b>Q50,500.00</b>

Fuente: Información proporcionada por la empresa

### 3.6.2 Eficiencia alcanzada

Con la implementación del nuevo sistema, se logra obtener la siguiente eficiencia, esta supera la que se tiene en la actualidad.

Botellas lavadas (Actual)	= 221 unidades/minuto
Botellas lavadas (Alcanzado)	= 279 unidades/minuto
Botellas lavadas (Teórico)	= 280 unidades/minuto

$$\begin{aligned} \text{Eficiencia (actual)} &= (221 \text{ unidades.min} / 280 \text{ unidades.min}) * 100 \\ &= 78.92\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Eficiencia (alcanzada)} &= (279 \text{ unidades.min} / 280 \text{ unidades.min}) * 100 \\ &= 99.64\% \end{aligned}$$

Las botellas lavadas que saldrán por la lavadora aumentaron en un 20.72%.

### 3.6.3 Recuperación de la inversión

Con la mejora que se obtiene se genera un costo, debe ser recuperado en el menor tiempo para poder obtener las ganancias y producción que se logra alcanzar para poder satisfacer al consumidor final.

1. **INVERSIÓN:** el costo total de la inversión se desglosa en la siguiente tabla.

**Tabla XXXV. Costos totales de inversión**

INVERSIÓN	Q50,500.00
COSTO INSTALACIÓN	Q7,500.00
COSTO MANTENIMIENTO ( 2 AÑOS)	Q30,000.00
<b>TOTAL</b>	<b>Q88,000.00</b>

Fuente: Información proporcionada por la empresa

2. **PRODUCCIÓN (ALCANZADA):** la producción que se aumentó con la nueva propuesta asciende a 698 cajas / hora.
3. **PRECIO DE VENTA:** el precio de venta está en función de las cajas, es de Q 35.00 /caja.
4. **COSTO DE CAJA:** para calcular el costo por caja, se tomaron en cuenta los costos que se obtienen para fabricar la bebida carbonatada. Está calculado con base en un mes de producción.

**Tabla XXXVI. Costos por caja (24 unidades)**

DESCRIPCIÓN	COSTO
MANO DE OBRA	Q111,845.00
MATERIA PRIMA	Q1,759,200.00
INSUMOS	Q2,863,655 .00
TOTAL	Q4,734,700.00
PRODUCCIÓN MENSUAL	6,030,720
<b>COSTO/UNIDAD</b>	<b>Q0.79</b>
<b>COSTO/ CAJA (24 UNIDADES)</b>	<b>Q18.84</b>

Fuente: Información proporcionada por la empresa

5. **UTILIDAD MENSUAL:** la utilidad que se obtendrá mensualmente por cada caja se calcula en la siguiente operación.

$$\text{Utilidad por caja} = \text{Q}35.00 - \text{Q}18.84 = \text{Q} 16.16$$

$$\begin{aligned}\text{Utilidad mensual} &= 698 \text{ cajas / hora} * 12 \text{ horas / día} * 30 \text{ días} \\ &= 251,280 \text{ cajas} * \text{Q}16.16 / \text{caja} \\ &= \text{Q} 4, 060,684.80\end{aligned}$$

**6. RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN:** la recuperación está en función de un mes de 30 días.

$$(\text{Q } 88,000.00 * 30 \text{ días}) / (\text{Q } 4, 060,684.80) = 0.65 \text{ día} \sim 1 \text{ día.}$$

### **3.6.3.1 Ingresos económicos**

Los ingresos que se obtendrán por la empresa con la nueva implementación del sistema quedarán de la siguiente manera.

#### **3.6.3.1.1 Diarios**

El horario de trabajo para la producción es de 7:00 a 19:00 h. Los ingresos diarios que se tendrán serán:

$$698 \text{ cajas/ hora} * 12 \text{ horas} = 8,374 \text{ cajas/día}$$

$$\text{Q } 35.00/ \text{caja} * 8,374 \text{ cajas} = \text{Q } 293,107.00$$

#### **3.6.3.1.2 Mensuales**

Con el nuevo sistema se incrementó la capacidad instalada, ya que el aumento de las cajas mensuales en porcentaje fue de 32.20 % (94,387 cajas), lo cual significa un día de trabajo que se logra extra.

$$698 \text{ cajas/ hora} * 12 \text{ horas} * 30 \text{ días} = 251,280 \text{ cajas/mes}$$

$$Q 35.00/ \text{ caja} * 251,280 \text{ cajas} / \text{ mes} = Q 8,794,800.00$$

### **3.6.3.1.3 Anuales**

Actualmente, los ingresos estaban por debajo de lo estimado debido a la poca producción que se tenía, pero con el nuevo sistema aumentaron; los ingresos anuales se obtienen tomando como base el mes de enero para los siguientes 11 meses.

$$698 \text{ cajas/ hora} * 12 \text{ horas} * 30 \text{ días} * 12 =$$

$$= 3,015,360 \text{ cajas/año}$$

$$Q 35.00/ \text{ caja} * 3,015,360 \text{ cajas} / \text{ año} =$$

$$= Q 105,537,600.00 \text{ anuales}$$



## 4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

### 4.1 Estándares para la nueva capacidad de la línea de producción

Con la implementación del nuevo sistema, se obtendrán mejores estándares en la línea de producción de bebidas carbonatadas, se obtendrá un aumento en la producción y disminución de personal, lo que representa un aumento en las ganancias de la empresa.

#### 4.1.1 Producción de cada centro de trabajo

Con el estudio de tiempos se obtiene la producción de cada centro de trabajo, esta en función de las unidades por hora que se producen.

Tabla XXXVII. Producción por cada centro de trabajo

MÁQUINA	CAJAS*MINUTO	CAJAS*HORA	UNIDADES*HORA
Desempacadora	12	701	16,824
Lavadora de botellas	12	698	16,752
Inspector botella sucia	13	800	19,200
Llenadora de bebida	12	712	17,088
Selladora de bebida	12	712	17,088
Inspector botella limpia	13	800	19,200
Empacadora de botella	12	727	17,448
Paletizadora de cajilla	12	712	17,088

Fuente: Diseño propio para cada centro de trabajo

#### 4.1.2 Producción total de la línea

Es de suma importancia obtener el cálculo de la producción total diaria, para esto se toma como referencia la lavadora de botellas.

**Tabla XXXVIII. Producción total de la línea con el nuevo sistema de caída de botellas**

MÁQUINA	CAJAS*HORA	PRODUCCIÓN TOTAL CAJAS/DIA	PRODUCCIÓN TOTAL UNIDADES/DIA
Lavadora de botellas	698	8,376	201,024

Fuente: Diseño propio para la producción

#### 4.1.3 Personal requerido por cada centro de trabajo

La cantidad de personal que se obtiene después de la implementación del nuevo sistema es menor, debido a la mejora que se logro.

**Tabla XXXIX. Personal requerido por el salón, con el nuevo sistema de caída de botellas**

MÁQUINA	SUPERVISOR	OPERARIO	ELÉCTRICO	MECÁNICO
DESEMPACADORA	1	1	1	2
LAVADORA DE BOTELLAS		1		
LAVADORA DE CAJILLAS		1		
INSPECTOR DE BOTELLAS LIMPIAS		1	1	
LLENADORA DE BOTELLAS CARBONATADAS		1		
SELLADORA DE LATAS		1	1	
CKEKT MAT DE BOTELLAS LLENAS		1		
EMPACADORA		1		
PALETIZADORA		1		
<b>TOTAL</b>		<b>1</b>	<b>9</b>	<b>3</b>

Fuente: Diseño propio para el personal requerido

## **4.2 Capacitación del personal**

Para que el nuevo sistema funcione correctamente, se debe capacitar al personal, lo que permitirá el buen funcionamiento y operación para poder resolver cualquier problema que se presente con el mismo.

La capacitación será semanal durante 1 mes, para los operarios y supervisor del área, 4 horas a la semana, donde se describirán los componentes técnicos y descripciones operacionales del equipo, se establecerá cuales son los posibles problemas que pueda presentar y sus posibles soluciones.

Para personal de mantenimiento la capacitación se enfocará en la prevención de fallas durante la producción y se conocerán cuales son las tareas que se deben realizar durante el funcionamiento y cuando el equipo se encuentre parado. La capacitación se impartirá 3 horas por semana durante 3 meses.

## **4.3 Lavadora de botellas**

La función principal es lavar botellas de vidrio de presentación 12 onzas, para bebidas carbonatadas. Su funcionamiento es con un movimiento mecánico transmite su movimiento por medio de una fuerza motriz arrastrando una serie de cangilones donde cada envase es transportado a lo largo de su ciclo recorrido. Inicialmente deberá ser lavado y desinfectado después de pasar por una sección donde se destilan las botellas para luego sumergirse en un tanque de agua fría para ser desaguado, finalmente deberá pasar por un tren de enjuague final con agua limpia el que se realiza a presión, donde después de

destilar completamente cada envase caerá en el transportador de salida donde seguirá por los demás procesos.

### **4.3.1 Sistema de caída de botellas**

Para poder aplicar un nuevo sistema de caída de botellas, se deberán de conocer los componentes a utilizar, para esto se realiza un estudio donde se investigan los tipos de componentes que integraran cada parte del nuevo sistema de caída de botellas. A continuación se indican descripciones técnicas de los componentes a utilizar.

#### **4.3.1.1 Tipos de cilindro**

Existen 2 tipos comunes de cilindros neumáticos, cada uno se aplica para diferente tipo de trabajo, se encuentra el de simple efecto, el que se requiere para operaciones con poca carga de trabajo y se encuentra el de doble efecto, que se aplica en situaciones donde se requiere mas carga de trabajo.

##### **4.3.1.1.1 Cilindro de simple efecto**

Estos cilindros tienen una sola conexión de aire comprimido, no pueden realizar trabajos más que en un sentido, se necesita aire solo para un movimiento de traslación, el vástago retorna por el efecto de un muelle incorporado o de una fuerza externa. El resorte incorporado se calcula de modo que haga regresar el embolo a su posición inicial a una velocidad suficientemente grande.

**Figura 12. Cilindro de simple efecto**



**Fuente: Información proporcionada por manuales de la empresa**

#### **4.3.1.1.2 Cilindro de doble efecto**

En este tipo de cilindro se tienen dos orificios que hacen de entrada y salida de fluido, de manera indistinta. Tiene dos cámaras, una a cada lado del émbolo. En el émbolo es donde va sujeto el vástago o pistón; y hace que se desplace el vástago de un lado a otro según llegue el fluido por una cámara u otra. El volumen de fluido es mayor en el lado contrario al vástago, esto repercute directamente en la velocidad del mismo, haciendo que la velocidad del retorno del vástago sea algo mayor que en su desplazamiento de salida.

**Figura 13. Cilindro de doble efecto**



**Fuente: Información proporcionada por manuales de la empresa**

#### **4.3.1.2 Guía transversal**

Existen varios tipos de guías, se utilizan según sea su aplicación, la que se muestra en la figura es de tipo “C” y es utilizada horizontalmente, para evitar la deflexión de la misma cuando aplique determinada fuerza perpendicular.

**Figura 14. Guía transversal**



**Fuente: Información proporcionada por manuales de la empresa**

#### **4.3.1.3 Guía plástica**

Para que la guía transversal no dañe el envase de vidrio es necesario recubrirla con la guía plástica, es de tipo alimenticia para no afectar la calidad e inocuidad del envase. El tipo de plástico utilizado es el polietileno de baja densidad por ser un plástico incoloro, inodoro, no toxico, más blando y flexible que el de alta densidad.

**Figura 15. Guía plástica**

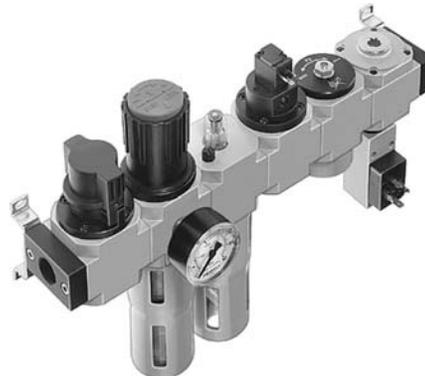


**Fuente: Información proporcionada por manuales de la empresa**

#### **4.3.1.4 Sistema de aire**

El aire que ingresa a los equipos o componentes, debe entrar con las mejores condiciones para que se logre aumentar la vida útil, por lo que se colocó una unidad de mantenimiento en la entrada del aire principal.

**Figura 16. Unidad de mantenimiento**



**Fuente: Información proporcionada por manuales de la empresa**

#### 4.3.1.4.1 Componentes de un sistema de aire

El sistema de aire utilizado en el equipo es la unidad de mantenimiento, es conocida con las siglas “FRL”, esta formado por un filtro, un regulador de presión con manómetro y un lubricador.

##### a. Lubricador

El lubricador añade aceite nebulizado al aire comprimido. Así, se evita la oxidación de los componentes del circuito y se asegura un buen deslizamiento de las partes móviles.

**Figura 17. Lubricador de la unidad de mantenimiento**



**Fuente: Información proporcionada por manuales de la empresa**

## **b. Regulador**

Permite asegurar una presión constante y estable de aire en el circuito neumático. Esta presión queda indicada en el manómetro.

**Figura 18. Regulador de la unidad de mantenimiento**



**Fuente: Información proporcionada por manuales de la empresa**

## **c. Filtro**

Somete al aire a un proceso de centrifugado. Las impurezas, ya sean líquidas o sólidas, se proyectan contra las paredes del filtro y caen por gravedad a una cámara.

**Figura 19. Filtro de la unidad de mantenimiento**



**Fuente: Información proporcionada por manuales de la empresa**

#### **4.3.1.5 Electroválvulas**

Una electroválvula es un dispositivo diseñado para controlar el flujo de un fluido a través de un conducto como puede ser una tubería.

Una electroválvula tiene dos partes fundamentales: el solenoide y la válvula. El solenoide convierte energía eléctrica en energía mecánica para actuar la válvula. Existen varios tipos de electroválvulas. En algunas electroválvulas el solenoide actúa directamente sobre la válvula proporcionando toda la energía necesaria para su movimiento. Es corriente que la válvula se mantenga cerrada por la acción de un muelle y que el solenoide la abra venciendo la fuerza del muelle. Esto quiere decir que el solenoide debe estar activado y consumiendo energía mientras la válvula deba estar abierta. También es posible construir electroválvulas biestables que usan un solenoide para abrir la válvula y otro para cerrar o bien un solo solenoide que abre con un impulso y cierra con el siguiente.

#### 4.3.1.5.1 Monoestables

Estas válvulas de reducido tamaño y elevadas prestaciones se utilizan especialmente dentro de los automatismos de potencia compactos o de dimensiones reducidas.

Son válvulas de asiento (cierre por obturador) de 2 y 3 vías normalmente cerrada (n.c.) y con accionamientos de esfera, leva y rodillo unidireccional.

**Tabla XL. Información técnica de válvula monoestables**

Parte neumática	
Fluido	aire comprimido y gases inertes
Construcción	De obturador
Margen de presión	0,6 bar a 12 bar
Tiempo de respuesta con 600 kPa (6 bar)	25 ms
Temperatura	-20 °C a +90 °C
Caudal nominal normal	1000 l/min.
Conexión	1/8" 1/4" 1/2"
Parte eléctrica	
Tensión	24 VDC
Duración de conexión	100 %

**Fuente: Información proporcionada por manuales de la empresa**

**Figura 20. Electroválvula monoestable**



**Fuente: Información proporcionada por manuales de la empresa**

#### **4.3.1.5.2 Biestables**

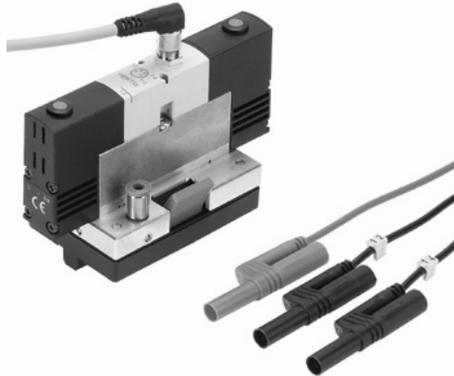
La electroválvula biestable conmuta al aplicar tensión en una bobina y al retirar la señal mantiene su estado de conmutación hasta la siguiente señal. El diodo luminoso indica el estado de conmutación. La válvula dispone de dos accionamientos manuales auxiliares.

**Tabla XLI. Información técnica de válvula biestables**

<b>Parte neumática</b>	
Fluido	Aire comprimido, con o sin lubricación
Construcción	Válvula de corredera servopilotada
Margen de presión	Desde 300 hasta 800 kPa (desde 3 hasta 8 bar)
Tiempo de respuesta con 600 kPa (6 bar)	15 ms
Caudal nominal normal	1000 l/min.
Conexión	3 QS-1/8-4-I para tubo flexible PUN 4 x 0,75
<b>Parte eléctrica</b>	
Tensión	24 V DC
Duración de conexión	100%
Clase de protección	IP65
Conexión	Conector central tipo clavija M 8x1, cable con conector tipo zócalo y conectores de seguridad de 4 mm

**Fuente: Información proporcionada por manuales de la empresa**

**Figura 21. Electroválvula biestable**



**Fuente: Información proporcionada por manuales de la empresa**

#### **4.3.1.6 Tipos de sensor**

Existen varios tipos de sensores, entre los cuales se tienen los capacitivos, inductivos y ópticos. El que más se adecua para el nuevo sistema es el sensor capacitivo.

##### **4.3.1.6.1 Capacitivo**

Los sensores capacitivos pueden detectar materiales conductores y no conductores, en forma líquida o sólida. La función del detector capacitivo consiste en señalar un cambio de estado, basado en la variación del estímulo de un campo eléctrico. Los sensores capacitivos detectan objetos metálicos, o no metálicos, midiendo el cambio en la capacitancia, la que depende de la constante dieléctrica del material a detectar, su masa, tamaño y distancia hasta la superficie sensible del detector.

**Figura 22. Sensor capacitivo**



**Fuente: Información proporcionada por manuales de la empresa**

#### **4.3.1.6.2 Inductivo**

El sensor inductivo se basa en la tensión generada en la bobina cuando se la somete a una variación de un campo magnético. Al estar la bobina arrollada en el imán queda bajo un campo magnético fijo y para variarlo se acerca al imán una pieza de material ferromagnético. Las líneas de fuerza del imán son desviadas por el material ferromagnético y el campo magnético varía. Esta variación crea una tensión alterna en la bobina. Mientras la pieza ferromagnética se acerca al sensor, la tensión disminuye y cuando la pieza se aleja, la tensión aumenta.

**Figura 23. Sensor Inductivo**



**Fuente: Información proporcionada por manuales de la empresa**

#### **4.3.1.6.3 Óptico**

Cuando se habla de sensores ópticos se refieren a todos aquellos que son capaces de detectar diferentes factores a través de un lente óptico. Para que se pueda dar una idea de lo que se refiere, se debe decir que un buen ejemplo de sensor óptico es el Mouse de computadora, los cuales mueven el cursor según el movimiento que se le indica realizar. No obstante es importante tener en cuenta que los sensores ópticos también pueden utilizarse para leer y detectar información, tal como al velocidad de un auto que viene por la carretera y si un billete grande esta marcado o bien, es falso.

**Figura 24. Sensor óptico**



**Fuente: Información proporcionada por manuales de la empresa**

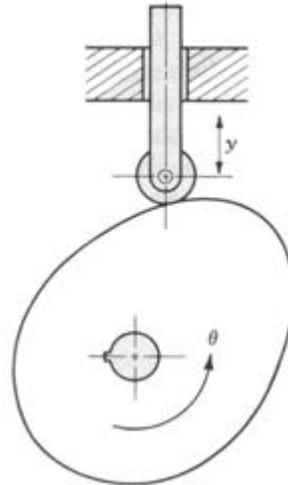
#### 4.3.1.7 Tipos de leva

Existen diferentes tipos de leva, según la aplicación requerida será el tipo a utilizar, las que se analizarán a continuación.

##### 4.3.1.7.1 Leva tipo placa

En este tipo de leva el perfil esta tallado en un disco montado sobre un eje giratorio “árbol de levas”. El pulsador puede ser un vástago que se desplaza verticalmente en línea recta y que termina en un disco que está en contacto con la leva el pulsador puede estar comprimido por un muelle para mantener el contacto con la leva.

Figura 25. Leva tipo placa

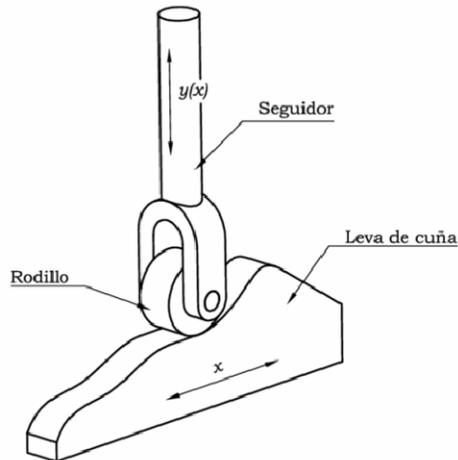


Fuente: Información proporcionada por manuales de la empresa

##### 4.3.1.7.2 Leva tipo cuña

Tipo de leva similar a la leva de placa, pero habitualmente animada de movimiento de traslación. En la figura se ve un mecanismo de leva en el que se usa una leva de cuña con seguidor de rodillo.

**Figura 26. Leva tipo cuña**

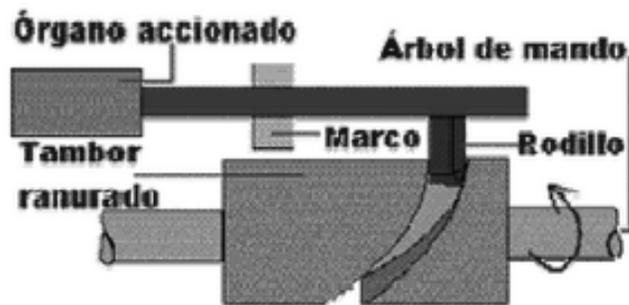


**Fuente: Información proporcionada por manuales de la empresa**

#### **4.3.1.7.3 Leva de tambor**

En las levas de tambor la pista de la leva generalmente se labra alrededor del tambor. Normalmente, la línea de acción del seguidor de este tipo de leva, es paralela al eje de la leva.

**Figura 27. Leva de tambor**

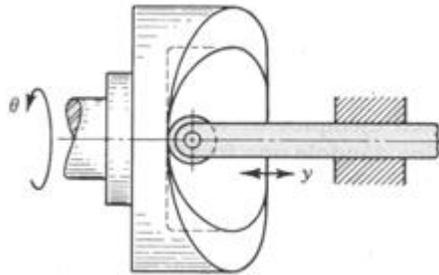


**Fuente: Información proporcionada por manuales de la empresa**

#### 4.3.1.7.4 Leva de cara

En las pistas de la leva se labra en la parte frontal el disco.

Figura 28. Leva de cara



Fuente: Información proporcionada por manuales de la empresa

#### 4.3.2 Etapas del proceso de lavado de botella

El proceso que conlleva el lavado de la botella para la elaboración de agua carbonatada se desglosa de la siguiente manera.

##### 4.3.2.1 Pre-remojado

Después de ser colocadas las botellas en los cangilones, estos suben y antes de entrar en el primer compartimiento de inmersión, las botellas reciben una inyección de agua recuperada a presión que les quita el grueso de la suciedad y las va temperando para evitar choques térmicos, este paso del proceso es sumamente importante puesto que se evita la innecesaria contaminación de la solución cáustica del primer compartimiento de remojo.

#### **4.3.2.2 Pre-inyección**

En esta sección las botellas son sometidas a un rociado con agua caliente (aprox. 35–40 °C). Procedente del sobrante del primer enjuague. Su función es eliminar la suciedad que no se logra atacar con el remojo y luego va temperando para el siguiente proceso de inmersión.

#### **4.3.2.3 Solución principal cáustica**

En esta sección las botellas se sumergen en una solución cáustica al 20% el cual produce un ablandamiento de las partículas extrañas adheridas a las botellas, en esta inmersión la temperatura asciende aproximadamente entre 50–55 °C, esta misma temperatura es alcanzada por las botellas antes de ingresar al siguiente tanque de inmersión.

#### **4.3.2.4 Solución cáustica sub-siguiente**

En este proceso se procede a disminuir la solución cáustica a un 5% y la temperatura se eleva entre 60-65 °C, en este procedimiento se realiza el tratamiento germicida final de las botellas ya libres de partículas sueltas.

#### **4.3.2.5 Agua caliente 1**

Una vez que han sido superadas todas la zonas de inmersión, las botellas, pasan a la siguiente sección de rociado de agua caliente que tiene como finalidad principal la eliminación de los restos de la solución cáustica en el interior y exterior de las botellas y la reducción de la temperatura de ésta, la que pasará a la siguiente inmersión con agua caliente.

#### **4.3.2.6 Agua caliente 2**

Durante las dos secciones de solución cáustica anteriores, se consigue un alto grado de esterilización, pero fundamentalmente se han logrado eliminar todas las partículas extrañas provenientes de las botellas sucias, en esta segunda etapa de agua caliente, se logra eliminar todas las bacterias y esterilizar las botellas para luego pasar a ser lavadas con agua fría.

#### **4.3.2.7 Agua fría**

En esta sección las botellas son rociadas con agua fría, con el objetivo de reducir la temperatura mediante la aplicación de agua por la parte interior y exterior de la misma.

#### **4.3.2.8 Agua fresca**

Esta última etapa del proceso de lavado de las botellas consta de tres hileras de inyecciones internas, en el se utiliza agua potable proveniente de la tubería previamente tratada y ha temperatura ambiente, obteniendose botellas brillantes y estériles.

### **4.3.3 Elementos fundamentales de la lavadora de botellas**

La lavadora cuenta con elementos fundamentales, los que van desde el motor principal, la transmisión principal y la leva que es utilizada para transferir movimiento.

#### **4.3.3.1 Sistema de tracción principal**

El sistema está gobernado por un controlador lógico programable “PLC”. Este sistema se encarga de proporcionar el movimiento rotacional por medio de un motor principal, se conecta con una caja reductora de mando la que da tracción a las cajas auxiliares, estas dan movimiento a distintos compartimientos de la lavadora. Los ejes que van conectados con las cajas auxiliares van sujetos con uniones cardan, las que permiten transmitir el movimiento de una manera eficiente. La transmisión del movimiento desde los reductores auxiliares hacia los ejes de mando, se efectúa mediante cadenas de rodillos y piñones con sus respectivos tensores, los que dan tracción a engranajes, estos por medio de articulaciones van girando los jets de soda para que sean lavadas las botellas de todos los puntos.

##### **4.3.3.1.1 Motor eléctrico principal**

Es el principal elemento que dará tracción a todo el sistema, para esto el motor debe contar con los suficientes caballos de fuerzas para poder mover la transmisión principal. El motor cuenta con un sistema de seguridad el que funciona de acuerdo a la carga que puede dar, si se presenta una carga alta por medio de un guardamotor se dispara, parando de inmediato el sistema de tracción, se puede dar el caso que se tenga una falla en una caja reductora o cadena que este funcionando. La regulación de la velocidad que irá de acuerdo a los demás procesos de producción será de forma electrónica mediante un variador de frecuencia.

#### **4.3.3.1.2 Caja reductora**

Consta de engranajes helicoidales, esta debe transmitir la mayor fuerza para los demás reductores, el que se encuentra intercalado en una barra con unión cardan, la que conecta todos los reductores auxiliares, destinados a mover diferentes tipos de mando con que cuenta el equipo. Las cajas reductoras auxiliares son del tipo corona y tornillo sinfín, dimensionados para asistir con las holgura del esfuerzo que le demande cada caso en particular de la lavadora.

#### **4.3.3.1.3 Leva de transmisión de movimiento**

Consta de una leva principal que da el movimiento para poder girar los cangilones que están dentro de la lavadora, los que son girados para que sean lavados y remojados los envases en varios puntos. También la leva da tracción a las cajas auxiliares las que están fuera de la lavadora y estas dan movimiento a los engranajes que rotan los jets que rocían los envases para desprender la suciedad.

#### **4.3.3.2 Componentes principales de la lavadora**

La lavadora consta de varios componentes principales, son los que se encargan de llevar, limpiar y mantener las condiciones adecuadas para una limpieza adecuada.

#### **4.3.3.2.1 Jet de soda**

Estos son los encargados de inyectar la soda cáustica dentro y fuera del envase de vidrio, el diámetro final del jet es será de 1 mm. Para que puedan llevar más presión y penetrar más en las áreas mas profundas del envase.

#### **4.3.3.2.2 Jet de agua caliente**

Son básicamente iguales a los anteriores con la diferencia del fluido, debido que es agua caliente y sirven para esterilizar los envases por dentro. El diámetro final del jet es de 1.5 mm. Ya que únicamente rocían por dentro del envase.

#### **4.3.3.2.3 Cangilón**

Estos son los encargados de transportar los envases desde el inicio del proceso de lavado hasta el final. Tienen un orificio grande por donde ingresa el envase y luego se reduce hasta que salga el cuello de la botella, esto debido a que se inyectan químicos y agua dentro del envase.

#### **4.3.3.2.4 Bomba de soda**

Son las que hacen fluir la soda cáustica desde el tanque principal hacia la tubería que llega a los jets de soda. También se encarga de recircular el químico cuando la máquina este parada para no generar sobrepresión en la tubería. La bomba utilizada es de tipo centrífuga, trabaja por medio de diferencia de presión y está fabricada de hierro fundido. La soda cáustica entra por un diámetro de tubería grande para luego salir por un diámetro de tubería menor, para poder generar mayor presión. Dentro de la bomba hay un impulsor

formado por una serie de alabes que giran en forma circular para poder succionar el fluido.

#### **4.3.3.2.5 Bomba de agua**

Su función es de bombear agua para lavar y esterilizar los envases, es la encargada de que haya una circulación suficiente y constante para el baño de agua de los envases, se debe contener la suficiente agua en el depósito de lo contrario podría succionar aire y crearía cavitación, las bombas utilizadas son de acero inoxidable y son de tipo centrifugas.

#### **4.3.3.2.6 Válvulas neumáticas**

Las válvulas neumáticas son elementos que mandan o regulan la puesta en marcha, el paro y la dirección, así como la presión o el caudal del fluido enviado por una bomba hidráulica o almacenada en un depósito.

#### **4.3.3.2.7 Termómetros digitales**

Para poder mantener la temperatura de cada compartimiento de los tanques de soda y agua caliente están instalados los termómetros digitales. Utilizan un circuito electrónico para medir la temperatura y luego mostrarla en un visualizador. Se detecta la temperatura con base a un termistor que varía el valor de su resistencia eléctrica en función de la temperatura. Las pequeñas variaciones de tensión entregadas por el integrado son acopladas para su posterior procesamiento por algún conversor analógico-digital para convertir el valor de la tensión a un número binario.

#### **4.3.4 Sistema de lubricación**

La lubricación es de suma importancia, por lo que se cuenta con un sistema de lubricación automático que abastece todos los puntos donde es necesario aplicar la grasa para que la maquinaria tenga una mayor vida útil y minimicé los paros de emergencia por algún desgaste en la pieza.

##### **4.3.4.1 Unidad principal**

La unidad principal de lubricación está en función del tiempo, transcurridos 3 minutos enciende la bomba, envía lubricación por medio de las mangueras, las que van a distintitos distribuidores, estos envían a diferentes puntos importantes para un mejor funcionamiento del equipo.

##### **4.3.4.2 Mangueras**

Son las que distribuyen la grasa por medio de mangueras plásticas, las que resisten a alta presión y temperatura alta. Las mangueras ingresan por lugares donde se tienen químicos y corrosión, lo que deberán soportar para obtener un mejor rendimiento.

##### **4.3.4.3 Jets**

Estos son los que se encuentran al final del sistema de lubricación, distribuyen de una manera eficiente la grasa para que tenga derrames en lugares donde pueda tener contacto con el envase, los jets tiene una brocha donde es remojada para colocar la grasa dispersa en las cadenas, engranajes, sprocket, chumaceras, bujes, etc.

#### **4.3.4 Tipos de grasas**

Para que el nuevo equipo se mantenga con sus condiciones óptimas de servicio, es necesario aplicar el tipo de grasa conveniente para cada aplicación. En la lavadora de botellas se utilizan 3 tipos de grasa, las que se utilizan para diferentes aplicaciones. Se darán a conocer con un detalle específico de la siguiente manera:

##### **4.3.4.2 Grasa mobilith SHC 100**

Es una grasa antidesgaste utilizada principalmente cuando se trabaja a mayor velocidad, en este caso se usa para motores eléctricos, donde existe poca fricción, bajo desgaste y prolongada vida útil. Es una grasa de grado NLGI 2/ISO VG 100 con un fluido base sintético PAO. El rango de temperatura operativa es -50 °C a 180 °C.

##### **4.3.4.2 Alvania grease RL3**

Es una grasa que se utiliza en el sistema de lubricación principal, esta llega a los puntos, donde están los cojinetes de las chumaceras, los bujes, las cadenas de transmisión y todo lo que tenga una fricción alta. Es una grasa con base mineral, el punto de rocío es a los 190 °C. lo que es muy favorable para nuestro equipo donde se llega a una temperatura de 150 °C.

#### **4.3.4.2 Tactic EMV**

Es una grasa que sirve para lubricar de forma manual los equipos, donde no se necesita un sistema de lubricación automático, debido a que su viscosidad es alta. Es utilizada para lubricar los cojinetes de carga, los sprocket, las cadenas que dan movimiento a la transmisión principal de la lavadora, la presión que será requerida para la aplicación es de 50 PSI, la temperatura a la cual no se pierden las propiedades debe de estar entre -10 a 50° C.

#### 4.4 Mantenimiento de lavadora de botellas

Para obtener una eficiencia alta en el equipo se debe contar con un mantenimiento preventivo el que evita los paros innecesarios y deterioro del equipo y los componentes.

##### 4.4.1 Mecanismo leva-cilindro

Para el nuevo sistema, se debe realizar un mantenimiento continuo. Debido a la importancia alta que tiene ya que se logrará un incremento significativo en la producción.

##### 4.4.1.1 Cilindro neumático

El cilindro neumático utilizado es de doble efecto, tendrá un mantenimiento predictivo en el que se programan tareas de revisión, diarias, semanales, mensuales y anuales.

Tabla XLII. Mantenimiento preventivo para el cilindro neumático

CILINDRO NEUMÁTICO	DIARIO	SEMANAL	MENSUAL	ANUAL
FUNCIONAMIENTO	X			
FUGAS		X		
CONEXIONES		X		
MANGUERAS NEUMÁTICAS			X	
CAMBIO EMPAQUES				X
CAMBIO CONECTORES				X

Fuente: Diseño propio elaborado para el mantenimiento preventivo

#### 4.4.1.2 Electroválvulas

Las electroválvulas que se utilizarán en el nuevo sistema serán del tipo biestable. Se describe el mantenimiento que se realizará de la siguiente forma.

Tabla XLIII. Mantenimiento preventivo para la electroválvula

<b>ELECTROVÁLVULAS</b>	<b>DIARIO</b>	<b>SEMANAL</b>	<b>MENSUAL</b>	<b>ANUAL</b>
FUNCIONAMIENTO	X			
FUGAS		X		
CONEXIONES		X		
LIMPIEZA		X		
MANGUERAS NEUMÁTICAS			X	
CAMBIO EMPAQUES				X
CAMBIO CONECTORES				X

Fuente: Diseño propio elaborado para el mantenimiento preventivo

#### 4.4.1.3 Sensor

El funcionamiento correcto del sensor es muy importante para que la relación de la leva con el nuevo sistema sea precisa, para esto es necesario que se realice un mantenimiento preventivo.

Tabla XLIV. Mantenimiento preventivo para el sensor

<b>SENSOR</b>	<b>DIARIO</b>	<b>SEMANAL</b>	<b>MENSUAL</b>	<b>ANUAL</b>
FUNCIONAMIENTO	X			
ALINEAMIENTO		X		
CONEXIONES		X		
CAMBIO				X

Fuente: Diseño propio elaborado para el mantenimiento preventivo

#### 4.4.1.4 Sistema de aire comprimido

Para que los elementos neumáticos del nuevo sistema de caída de botellas tengan una vida útil prolongada, es necesario que se obtenga un aire limpio, libre de partículas y cuenten con la lubricación necesaria.

Tabla XLV. Mantenimiento preventivo para el sistema de aire

SISTEMA DE AIRE	DIARIO	SEMANAL	MENSUAL	ANUAL
FUNCIONAMIENTO	X			
PRESIÓN	X			
PURGAS	X			
FUGAS		X		
CONEXIONES		X		
LIMPIEZA DE FILTROS		X		
NIVEL ACEITE LUBRICADOR			X	
CAMBIO EMPAQUES				X
CAMBIO DE FILTROS				X

Fuente: Diseño propio elaborado para el mantenimiento preventivo

#### 4.4.2 Sistema de tracción

Para realizar el movimiento de la leva, la que hace funcionar el nuevo sistema es importante tener lubricado y en buen estado todos los componentes que realizan la transmisión.

##### 4.4.2.1 Chumaceras

Las chumaceras son utilizadas para dar rotación a los ejes que dan transmisión a otros elementos y que no sufran desgaste.

**Tabla XLVI. Mantenimiento preventivo para el sistema de tracción (chumaceras)**

<b>CHUMACERAS</b>	<b>DIARIO</b>	<b>SEMANTAL</b>	<b>MENSUAL</b>	<b>ANUAL</b>
FUNCIONAMIENTO	X			
LIMPIEZA/LUBRICACIÓN		X		
LUBRICACIÓN CON GRASA			X	
CAMBIO				X

Fuente: Diseño propio elaborado para el mantenimiento preventivo

#### 4.4.2.2 Cadenas

Las cadenas son utilizadas para dar transmisión a ejes de tracción y son fundamentales para el funcionamiento.

**Tabla XLVII. Mantenimiento preventivo para el sistema de tracción (cadenas)**

<b>CADENAS</b>	<b>DIARIO</b>	<b>SEMANTAL</b>	<b>MENSUAL</b>	<b>ANUAL</b>
FUNCIONAMIENTO	X			
LIMPIEZA/LUBRICACIÓN		X		
LUBRICACIÓN CON ACEITE			X	
CAMBIO				X

Fuente: Diseño propio elaborado para el mantenimiento preventivo

#### 4.4.2.3 Sprocket

Estos van unidos con los ejes de transmisión y rotan por medio de las cadenas.

**Tabla XLVIII. Mantenimiento preventivo para el sistema de tracción (sprocket)**

<b>SPROCKET</b>	<b>DIARIO</b>	<b>SEMANTAL</b>	<b>MENSUAL</b>	<b>ANUAL</b>
FUNCIONAMIENTO	X			
LIMPIEZA/LUBRICACIÓN		X		
LUBRICACIÓN CON ACEITE			X	
CAMBIO				X

Fuente: Diseño propio elaborado para el mantenimiento preventivo

#### 4.4.2.4 Motor principal

Para que la lavadora funcione, cuenta con un motor principal el cual por medio de ejes, chumaceras, sprocket y cadenas produce movimiento rotacional, que se convierte en la transmisión principal.

**Tabla XLIX. Mantenimiento preventivo para el sistema de tracción (motor principal)**

<b>MOTOR PRINCIPAL</b>	<b>DIARIO</b>	<b>SEMANAL</b>	<b>MENSUAL</b>	<b>ANUAL</b>
FUNCIONAMIENTO	X			
MEDICIÓN DE AMPERAJE	X			
REVISIÓN DE CONEXIONES		X		
MEDICIÓN DE TEMPERATURA		X		
LIMPIEZA DE ROTOR Y ESTATOR			X	
MEDICIÓN DE HUMEDAD			X	
CAMBIO DE RETENEDOR				X
CAMBIO DE EMBOBINADO				X

Fuente: Diseño propio elaborado para el mantenimiento preventivo

#### 4.4.2.5 Caja reductora

Para poder disminuir el movimiento rotacional del motor, es necesaria una caja reductora, la cual por medio de engranajes disminuye la velocidad rotacional del motor y poder transferir el movimiento con la velocidad apropiada.

**Tabla L. Mantenimiento preventivo para el sistema de tracción (chumaceras)**

<b>CAJA REDUCTORA</b>	<b>DIARIO</b>	<b>SEMANAL</b>	<b>MENSUAL</b>	<b>ANUAL</b>
FUNCIONAMIENTO	X			
REVISIÓN DE FUGAS		X		
MEDICIÓN DE TEMPERATURA		X		
REVISIÓN DE NIVEL DE ACEITE			X	
CAMBIO DE COJINETES				X
CAMBIO DE RETENEDORES				X
CAMBIO DE ACEITE				X

**Fuente: Diseño propio elaborado para el mantenimiento preventivo**

#### **4.4.3 Componentes de la lavadora**

Se describirán los diferentes componentes de la lavadora, estos son importantes para la producción que esta desempeña.

##### **4.4.3.1 Mesa de carga**

Transporta el envase hacia la entrada de la lavadora, a través de cadenas de acero inoxidable movidas por la misma transmisión de un motor reductor, luego hay unos ganchos que son accionados por un clutch empujan las botellas en la entrada de la lavadora, los que llevan la botella hasta la entrada del orificio o cavidad del cangilón y luego es acomodado el envase por una lámina que termina de introducirlo para que luego tenga su proceso de limpieza.

#### **4.4.3.2 Cangilón**

Son cajuelas con 36 compartimientos. Uno para cada envase, están sujetos en los extremos por tornillos anclados en las cadenas que son accionados por el sistema de tracción principal, estos dan la vuelta completa para luego ingresar nuevos envases.

#### **4.4.3.3 Mesa de descarga**

Consiste en una mesa donde se descarga el envase vacío limpio. Es movida por un motorreductor y cadenas de acero inoxidable. Las botellas caen hacia el transportador que por medio de una leva son llevados hacia el transportador para luego seguir su recorrido por los demás procesos de producción.

#### **4.4.3.4 Tanque de soda**

Son depósitos donde se contiene el químico, el que es calentado por medio de vapor y pasa dentro de un serpentín para obtener una temperatura de la solución entre 50 °C y 55 °C, para obtener una óptima limpieza.

#### **4.4.3.5 Jet de soda**

Son tubos con agujeros uno por cada boca de la botella. Inyectando soda en el interior del envase por medio de presión de una bomba la que es accionada por un motor, la presión a la cual es dispersado el químico es de 50 PSI.

#### 4.4.1 Sistema de lubricación

Debido al trabajo que desempeña la lavadora, debido que tiene bastante contacto con agua y sustancias químicas, las piezas de movimiento se deterioran y corroen lo que provocan que la lubricación sea afectada y dañe las partes del equipo. Es necesario que se cuente con un sistema de lubricación centralizado el cual lubricara cada 15 minutos y con eso se evita el problema de la resequedad en las piezas de movimiento que ejercen la tracción.

#### 4.3.4.4 Unidad principal

La unidad principal es un depósito donde se almacena la grasa, cuenta con una bomba que está en constante funcionamiento para que la grasa llegue a los puntos requeridos.

Tabla LI. Mantenimiento preventivo unidad principal de lubricación

UNIDAD PRINCIPAL	DIARIO	SEMANAL	MENSUAL	ANUAL
FUNCIONAMIENTO	X			
REVISIÓN DE FUGAS		X		
REVISIÓN DE NIVEL DE GRASA		X		
LIMPIEZA DEL DEPOSITO			X	
REVISIÓN DE LA BOMBA				X

Fuente: Diseño propio elaborado para el mantenimiento preventivo

#### 4.3.4.5 Manguera

La manguera que se utiliza debe ser de alta presión, resistente a la temperatura y agua, debido a las condiciones que se tienen en la máquina.

**Tabla LII. Mantenimiento preventivo unidad principal de lubricación (mangueras)**

<b>MANGUERAS</b>	<b>DIARIO</b>	<b>SEMANAL</b>	<b>MENSUAL</b>	<b>ANUAL</b>
FUNCIONAMIENTO	X			
REVISIÓN DE FUGAS		X		
REVISIÓN DE CONEXIONES			X	
CAMBIO DE MANGUERA				X

**Fuente: Diseño propio elaborado para el mantenimiento preventivo**

#### **4.3.4.6 Jets**

Estos son lo que se encuentran al final de la manguera donde se fluye la grasa, se encargan de colocar la grasa en el punto exacto con la cantidad que necesite la aplicación, la cantidad estará en función del diámetro del jets a la salida y del diámetro de la manguera.

**Tabla LIII. Mantenimiento preventivo unidad principal de lubricación (jets)**

<b>JETS</b>	<b>DIARIO</b>	<b>SEMANAL</b>	<b>MENSUAL</b>	<b>ANUAL</b>
FUNCIONAMIENTO	X			
REVISIÓN DE FUGAS		X		
REVISAR CADA PUNTO LUBRICADOR		X		
REVISIÓN DE CONEXIONES			X	
CAMBIO DE JETS				X

**Fuente: Diseño propio elaborado para el mantenimiento preventivo**

## **5. SEGUIMIENTO Y MEJORA CONTINUA**

### **5.1 Mejoramiento continuo (KAIZEN)**

Para poder entender el significado del Kaizen, es necesario saber su significado. La palabra Kaizen proviene de la unión de dos vocablos japoneses: kai que significa cambio y zen que quiere decir para mejorar. Entonces Kaizen es cambio para mejorar. El mejoramiento continuo involucra a todos desde la alta gerencia, administración y trabajadores.

#### **5.1.1 La necesidad del mejoramiento continuo**

En una empresa deben tener como algo muy importante el mejoramiento continuo para un corto y largo plazo. Para llevar a cabo el mejoramiento continuo se necesita de la participación de todos los miembros que integran la empresa para poder estimular el desarrollo y aprendizaje de cada miembro a través del tiempo, con esto se ampliarán los conocimientos en el lugar del trabajo.

- I. Para el mejoramiento continuo existen ideas sin límite, dado la transformación que se tiene en el ambiente fuera y dentro de la empresa. Dentro de lo más importante está un factor externo, la necesidad de revisar los diseños de productos y los procesos de producción en respuesta a los problemas ambientales y a la necesidad de conservación de los recursos y ahorro de energía. Además, los clientes exigen cada día mejores productos en el menor tiempo posible y con la tecnología de vanguardia, lo más importante con el precio mas bajo del mercado.

- II. Para que la implementación sea más exitosa en los mejoramientos, tiene lugar cuando las políticas fundamentales de alta gerencia son transmitidas de manera precisa y clara a todos los niveles organizacionales de la empresa. En muchas empresas, la alta gerencia introduce políticas básicas del tipo “este año queremos ser así”, no obstante, no todas logran implementar estas políticas con exactitud y de manera concreta en todos los departamentos y lugares de trabajo. En algunas empresas, la realidad es que las actividades de mejoramiento no avanzan. Para llevar a cabo el tipo de capacidad de producción de alto nivel que la alta gerencia desea, es necesario un programa de mejoramiento que sea de gran alcance, fácil y que se contenga durante mucho tiempo.
  
- III. Existe una gran brecha entre una situación ideal y lo que en realidad se obtiene. En casi todos los lugares de trabajo se observa un considerable mejoramiento con base en lo histórico. No obstante, aunque todos los empleados puedan estar pensando “Queremos que nuestro lugar de trabajo sea como este”, todavía hay una importante diferencia entre esta y su situación y lo que se lograra. La imagen ideal que tiene una empresa con respecto a su fabrica podrá incluir metas como la productividad de ciertas unidades por hora de trabajo, el aumento del volumen y rentabilidad de la producción, la reducción de defectos y mermas y el reempaque del trabajo, el manejo de la producción de un lote grande de una variedad de productos sin generar que la empresa no pueda cumplir con el margen de inventario que se tenga, una gran disminución en los tiempos de avance de fabricación o la creación de un sistema de producción que pueda ser utilizado por todos en cualquier lugar. No obstante, cuanto mayor es el nivel de la imagen ideal, mayor es la brecha entre la imaginación y la realidad. Por

consiguiente, estas imágenes ideales son establecidas por un cálculo inverso que indica que la empresa no puede mantenerse estable en el mercado a menos que se logren estos niveles que se proponen. Por lo que, se debe proseguir de manera constante con las actividades kaizen para eliminar esa brecha. Aun en empresas donde los empleados creen que “No hay más lugar para el mejoramiento” en realidad, en la mayoría de los casos todavía existen ocultas cuando se las compara con la capacidad de producción que persiguen en forma constante para el logro de las actividades.

### **5.1.2 Problemas potenciales**

Para conocer los problemas potenciales se debe entrar en comparación con diferentes empresas, debido que existe una gran variedad en las actividades que se logran con el mejoramiento continuo que se lleva en forma autónoma realizado por el personal de las líneas de producción, tanto de alcance como de efecto. Al examinarse las empresas y se comparan entre ellas, las actividades del mejoramiento están progresando de manera rápida en comparación de las que avanzan con lentitud. Se pueden observar una variedad de diferencias, las que se clasifican de acuerdo a los siguientes factores de importancia, para poder afrontar estos problemas y ejecutar el mejoramiento continuo con exactitud y excelencia.

1. Cuando se trata de comparar el trabajo que se realizó en el pasado, pensando si el trabajo ha mejorado o sigue igual. El “trabajo ha mejorado” lleva a creer que “no hay necesidad de más mejoramiento” Además, aún, si los miembros aceptan la necesidad de mejoramientos adicionales en su lugar de trabajo, no sabrían como proceder para realizarlo.

**2.** Muy pocas ideas de mejoramiento continuo. Nadie presenta ideas para cambiar la situación que se ha obtenido. Incluso si se tiene conciencia de la necesidad de buscar el desperdicio en el lugar de trabajo, nadie lo traduce en ideas reales de mejoramiento. En particular, una idea del estilo “Esto podría cambiarse de la siguiente manera” sería eliminada de raíz por los mismos miembros, de inmediato empezarían a pensar en las restricciones y suposiciones que existen en la situación actual. Por otra parte, aun si un miembro deseara presentar una idea es probable que sienta temor de que los otros digan “Eso no funcionara porque...” por consiguiente, nadie hará públicas sus ideas por temor a la opinión de los demás.

**3.** Dificultad de los participantes de la empresa para explicar los puntos fundamentales de sus ideas de mejoramiento. Si no se puede explicar con el enfoque correcto el contenido y efecto de una propuesta, hasta una buena idea no podrá ser transmitida de manera correcta. Se le podrá pedir al proponente que exprese su idea por escrito, pero puede ser que este no tenga la suficiente habilidad para poder realizarlo.

**4.** La preocupación por los trabajos que tienen que realizar diariamente no deja el suficiente tiempo a los participantes para pensar en mejoramientos. Al pasar todo el día en su lugar de trabajo atendiendo los trabajos de rutina, los trabajadores tienen poco tiempo para pensar en propuestas que ayudarán al mejoramiento, por consiguiente tampoco hay tiempo para escribir un documento con la propuesta para poder debatirlo ante los demás.

5. Falta de presión para plantear mejoramientos, por lo tanto nadie presenta opiniones sobre estos. Aun si alguien tiene una sugerencia para realizar un mejoramiento, ni sus superiores ni sus colegas preguntan en forma rutinaria “¿Que opinas?”; por consiguiente, las ideadas nunca se expresan. Muchos trabajadores darían su opinión si se les preguntara, pero no tienen el valor para hablar por si mismos.

6. Imposibilidad de algunas organizaciones de crear un ambiente donde las propuestas de mejoramiento sean bienvenidas y atendidas de forma individual. De tal manera que si alguien presenta una propuesta de mejoramiento, pocas veces se toma en cuenta. Rara vez se otorgan reconocimientos o agradecimientos por las buenas ideas. Por el contrario, puede reprenderse al empleado “Por qué estuvo haciendo esto de esta manera (la antigua forma) durante todo este tiempo?”.

7. Retraso en la evaluación de las propuestas y comunicar a la gerencia las decisiones sobre su adaptación. Luego de entregar una propuesta, pasa demasiado tiempo para obtener una respuesta, por lo que los trabajados se sienten frustrados.

8. Poco interés por parte de la alta gerencia en las propuestas de mejoramiento, tan solo con revisarlas, promoverlas o ampliarlas. Los superiores y su personal de oficina solo clasifican la propuesta o idea de mejoramiento en optar y no optar. No obstante, algunas de las ideas rechazadas, si se hiciera una revisión del contenido o se las combinara con otras ideas, podrían clasificarse en optar y se descubrirían grandes beneficios en la realización de los procesos.

9. Muy poco avance en la implementación de las propuestas. Los preparativos para la implementación pueden ser problemáticos y muy tardados, para hacer que la idea funcione con otros pasos del proceso puede ser difícil y ganar la aceptación de los otros miembros puede llevar mucha mas tiempo. Por estas razones, el entusiasmo del trabajador que expone la propuesta disminuye de forma gradual.

10. Muy pocos procesos se llevan a cabo luego de la implementación de una nueva propuesta, nadie se toma la molestia en evaluar o medir el impacto de beneficio de la idea. En algunos casos, no existe un punto de referencia para medir el efecto luego de la introducción de una idea de mejoramiento. Aún si se establece un punto de referencia, tal vez no se utilice de manera eficaz para reconocer el impacto de la idea, por lo tanto los trabajadores que expusieron sus propuestas no disfrutarán la satisfacción y el sentimiento de logro reflejado en “Lo hicimos nosotros”.

Los problemas que se acaban de exponer son los obstáculos que las empresas tienen para poder lograr un programa de mejoramiento continuo de forma exitosa.

### **5.1.3 Medidas para la aplicación**

Entre los diez problemas arriba mencionados en especial del 1) al 3), en particular pueden resolverse si se cuentan con las formas de inculcar la actitud “Hagamos de nuestro lugar de trabajo lo mejor que podamos”. Para realizar esto, los empleados primero tienen que comprender a la perfección la necesidad de efectuar un mejoramiento. Para ser mas específicos, la alta

gerencia y los supervisores en el lugar de trabajo necesitan explicar a todos los miembros repetidas veces no solo la situación empresarial actual y el ambiente que la empresa enfrenta, sino también la visión que la empresa tiene como blanco. Luego, tanto como sea posible, se deben realizar reuniones de revisión en las cuales se explique el programa de mejoramiento para cada lugar de trabajo y se describan ejemplos reales en una forma fácil de comprender.

Para lograr lo mencionado anteriormente la empresa Refrescos Carbonatados S.A. deberá poner en práctica los siguiente puntos que son de gran importancia.

- a)** La realización de reuniones periódicas 1 o dos veces por semana de capacitación sobre mejoramiento para todos los miembros. Estas podrían efectuarse al final del turno de producción o durante este, ya que es de mucha importancia.
- b)** La celebración de reuniones en la que los trabajadores esenciales del equipo realicen ejercicios prácticos sobre como llevar a la práctica los programas de mejoramiento. En cada una de las áreas que se encuentren trabajando, dentro de estos resaltará un trabajador que se convertirá en el líder del grupo, será el que tiene más conocimiento en todos los equipos.
- c)** Colocación de autocontroles en cada lugar de trabajo.
- d)** Difusión de listas de equipos para efectuar mejoramientos (recopilación de ejemplos de mejoramiento reales) y distribución de esa información a todos los miembros de tal forma que se encuentren en rotulas dentro de la empresa.

- e) Exposición de los mejoramientos, con esto se mostrará el mejoramiento real mediante fotografías, videos o artículos mejorados en el comedor de la fábrica o en otro lugar adecuado. A veces, también puede resultar útil mostrar ejemplos de intentos fallidos.
  
- f) Dar capacitaciones sobre la redacción de propuestas de mejoramiento.

Mediante tales enfoques de adoctrinamiento se puede inculcar una mentalidad de mejoramiento en los trabajadores y con esto será posible aumentar sus niveles de aptitud y conocimiento con respecto a la realización de mejoramientos para los equipos de producción.

Creación de sistemas y técnicas para fortalecer de manera espectacular las actividades dentro de un programa de “campaña de mejoramiento”. Para solucionar los problemas del 4 al 10 arriba mencionados, se deben crear sistemas en los que los miembros puedan desarrollar por completo sus aptitudes potenciales. A continuación se detallan ejemplos de tales sistemas, que han tenido gran impacto en la práctica.

- a) Incorporar tiempo en el programa de trabajo semanal para los debates en grupo. Todas las semanas, cuando no haya tanto volumen de trabajo por ejemplo, (los días sábados por la tarde), en forma sistemática se debe dejar tiempo para el debate. Un modo de lograrlo es designar a un grupo de miembros para que mejoren la eficacia de las reuniones diarias de la mañana o de las actividades de limpieza cuando finalizan los turnos; de este modo, el tiempo ahorrado se puede emplear en un debate semanal con los miembros que lo integran.

- b)** Adaptando un esquema de día de presentación de los nuevos mejoramientos y designación de una persona para que reúna las ideas. Por ejemplo, designar cada viernes como el día de presentación de ideas y enviar a un empleado para que les solicite ideas de mejoramiento a los otros miembros del grupo. Esto es de especial ayuda para los mas reticentes, que solo dan una opinión recién cuando se les “invita”. La tarea de solicitar ideas se puede asignar a un miembro o capataz asignado a cada área.
- c)** Reuniones de presentación de mejoramientos todos los meses en cada división de la empresa, a las que asistan la alta gerencia, otros gerentes y un representante de cada grupo. No todos los miembros participarán de cada reunión, pero podrán asistir personas claves por turnos. En estas, los integrantes de un grupo tomarán conocimiento del progreso de las actividades de mejoramiento de otros grupos y podrán utilizar esa información para mejorar aun más sus propias actividades.
- d)** Modificación del rol de la comisión evaluadora de propuestas. Algunas de las propuestas de mejoramiento clasificadas como no adoptar pueden cambiar a adoptar (y también recibir un elogio) si se revisan sus contenidos. Por consiguiente, la función consultiva de la comisión de adoptar y debe realizar sugerencias como “Traten de cambiar la propuesta de la siguiente manera; es posible que entonces se pueda utilizar”. Esta función consultiva podrá adquirir mayor importancia si se completan las tareas en lugar de limitarse a la clasificación de las propuestas adoptadas.
- e)** Dar a conocer el impacto de las propuestas adoptadas. Comenzando por los puntos de referencia para cada lugar de trabajo, se deben exhibir los

índices de productividad diaria, semanal y mensual para que todos los vean. El efecto real de las diversas acciones de mejoramiento puede verse entonces con más claridad en términos de mejoras en la productividad. Al mostrar estos resultados de forma que todos pueden verlos, los miembros estarán orgullosos al decir “Contribuí a este mejoramiento”, lo que conducirá al deseo de lograr niveles aun mayores.

Para poder realizar lo anterior propuesto la empresa “Refrescos Carbonatados, S.A. a formado un comité por área de trabajo las cuales se clasifican de la siguiente manera.

- Jefes de las áreas
- Supervisores de las áreas
- Operarios, mecánicos y electricistas líderes

Los comités formados serán los representantes y encargados que se realicen los mejoramientos propuestos por los trabajadores de la empresa.

## **5.2 Resultados obtenidos**

Toda empresa después de la implementación de algún mejoramiento espera con ansiedad los resultados obtenidos y más cuando se pone en juego el capital de los accionistas y los riesgos que podrían ocasionar con un mal funcionamiento. Sin embargo se realizó un estudio de tiempos, fue la base para determinar cuál era el cuello de botellas de la línea de producción, dando como resultado la solución más eficiente al problema que se presentaba, por lo que se realizó una implementación en la caída de botellas de la lavadora, los

resultados fueron los esperados, la inversión que se obtuvo fue alta, se obtuvo un 20.72% en la eficiencia de la lavadora, lo que dio que se obtuvieran ganancias por más de 4 millones de quetzales mensuales con lo que cubrirá la demanda del mercado y se obtendrán más oportunidades de expandirse por sectores aumentando la cantidad de clientes.

### **5.3 Programa de capacitación continua al personal de mantenimiento**

Los programas de capacitación deben ser dirigidos hacia el personal de mantenimiento y operadores, los que deben conocer el equipo a su perfección para poder garantizar el buen funcionamiento y durabilidad del equipo utilizado, además deben conocer sus piezas de limpieza y de recambio.

#### **5.3.1 Formato para programa**

Para poder maximizar el tiempo de capacitación se estableció un programa semanal, mensual y anual. Con el objetivo de ir conociendo y resolviendo posibles problemas que se van presentando durante las capacitaciones y funcionamiento del equipo.

##### **5.3.1.1 Semanal**

Se dará una capacitación general de todos los equipos utilizados, en esta se incluyeran los fundamentos técnicos con el objetivo de que cada operador y técnico conozca el funcionamiento de todos los equipos para poder resolver problemas en alguna emergencia.

Tabla LIV. Programa de capacitación semanal

<b>FUNDAMENTOS TÉCNICOS</b>							
	<b>LUNES</b>	<b>MARTES</b>	<b>MIÉRCOLES</b>	<b>JUEVES</b>	<b>VIERNES</b>	<b>SÁBADO</b>	<b>DOMINGO</b>
<b>DESEMPACADORA</b>							
<b>LAVADORA DE BOTELLAS</b>							
<b>LAVADORA DE CAJILLAS</b>							
<b>INSPECTOR DE BOTELLAS SUCIAS</b>							
<b>LLENADORA DE LATAS</b>							
<b>SELLADORA DE LATAS</b>							
<b>CHECKT MAT BOTELLAS LLENAS</b>							
<b>EMPACADORA</b>							
<b>PALETIZADORA</b>							

Fuente: Diseño propio elaborado para el programa de capacitación

### 5.3.1.2 Mensual

La capacitación mensual será retroalimentada cada 4 meses para poder analizar y discutir los problemas.

Tabla LV. Programa de capacitación mensual

<b>FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE CAÍDA DE BOTELLAS</b>				
	<b>ENERO</b>	<b>FEBRERO</b>	<b>MARZO</b>	<b>ABRIL</b>
<b>LAVADORA DE BOTELLAS</b>				
<b>SISTEMA DE CAÍDA DE BOTELLAS</b>				
<b>SISTEMA NEUMÁTICO</b>				
<b>MANTENIMIENTO GENERAL</b>				

Fuente: Diseño propio elaborado para el programa de capacitación

### **5.3.1.3 Anual**

La capacitación anual se enfocará en dar a conocer los resultados del nuevo sistema de caída de botellas, sus fortalezas y debilidades para continuar con el mismo sistema o implementar otra nueva mejora para el equipo donde fue implantada.

### 5.3.2 Rutinas de mantenimiento

En la lavadora es necesario realizar rutinas de mantenimiento para poder garantizar el buen funcionamiento del nuevo sistema instalado, para lo cual se realiza una lista de tareas que se deben realizar.

Tabla LVI. Rutinas de mantenimiento para la lavadora

ÍTEM	RUTINA	MÁQUINA		DÍAS							
		PARADA	MARCHA	1	7	15	30	60	90	180	
1	Verificar juego en cojinetes		x				X				
2	Observar desgaste en ejes	X						X			
3	Verificar sprocket de cadenas	X									X
4	Verificar espesor en cadena de tablilla	X							x		
5	Observar corrosión en guías de cadena		x						x		
6	Verificar incrustaciones en jets de soda		x		x						
7	Verificar incrustaciones en jets de agua		x		x						
8	Fugas en bombas		x		x						
9	Control auditivo en cojinetes de motor		x			x					
10	Revisar fugas en cilindros neumáticos		x		x						
11	Revisar y apretar abrazaderas	X				x					
12	Verificar estado de leva de mando	X						X			
13	Verificar desgaste en engranajes	X						X			
14	Comprobar alineas en ejes	X					x				
15	Estado de poleas	X					x				
16	Observar desgaste en leva de descarga	X					x				

Fuente: Diseño propio elaborado para las rutinas de mantenimiento

Tabla LVII. Rutinas de mantenimiento para el nuevo sistema de caída de botellas

ÍTEM	RUTINA	MÁQUINA		DÍAS						
		PARADA	MARCHA	1	7	15	30	60	90	180
1	Verificar funcionamiento correcto del sistema		x	x						
2	Verificar fugas en conexiones		X	X						
3	Observar alineación de sensor		x	X						
4	Verificar funcionamiento de cilindro neumático		x	X						
5	Inspeccionar fugas en electroválvulas	X			x					
6	Observar desgaste en guía horizontal	X					X			
7	Purgar unidad de mantenimiento		X	X						
8	Limpieza de filtro de unidad de mantenimiento	X			X					
9	Limpieza de electroválvulas	X					x			
10	Apretar y completar tortillería y abrazaderas	X			X					

Fuente: Diseño propio elaborado para las rutinas de mantenimiento

### 5.4.2.1 Mantenimiento preventivo

Para poder mantener todos los equipos de la línea de producción en óptimas condiciones se debe contar con un mantenimiento preventivo, con el cual se llevará el control de la fecha y parte del equipo donde se efectuó el mantenimiento para que la línea de producción no presente paros de emergencia durante la producción.

**Tabla LVIII. Mantenimiento preventivo para la desempacadora de botellas**

<b>MÁQUINA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>TAREAS POR REALIZAR</b>	<b>PERIODO</b>
	CABEZALES	REVISAR BUJES, BARRAS, SEGUIDORES DE LEVA, CHEQUEAR PLACA PORTA TULIPA, APRETAR TORTILLERÍA.	SEMESTRAL
<b>DESEMPACADORA</b>	CAJA REDUCTORA	LIMPIEZA EXTERIOR DE CAJA, DESMONTAR Y REVISAR TORNILLO SIN FIN, CORONA, CAMBIAR COJINETE, RETENEDORES, SELLOS MECÁNICOS, POLEA Y PIÑÓN, ENSAMBLAR, REVISAR AJUSTES, AGREGAR Y VERIFICAR NIVELES DE ACEITE.	ANUAL
	CARRUSEL	REVISAR GUÍAS, CHUMACERAS, CADENAS GRANDES SUPERIORES, SPROCKET, EJES Y CUÑEROS.	TRIMESTRAL
	CAJA DE VELOCIDAD VARIABLE	DESMONTAR Y REVISAR TORNILLO SIN FIN, CORONA, CAMBIAR COJINETE, RETENEDORES, SELLOS MECÁNICOS, POLEA Y PIÑÓN, ENSAMBLAR, REVISAR AJUSTES.	ANUAL

**Fuente: Información proporcionada por la empresa**

**Tabla LIX. Mantenimiento preventivo para la lavadora de botellas**

<b>MÁQUINA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>TAREAS POR REALIZAR</b>	<b>PERIODO</b>
	MESA DE CARGA	REVISAR CADENA DE TABLILLA, PERFIL ANTIFRICCIÓN, SPROCKET, EJES Y CHUMACERAS, CHEQUEO DE RODILLOS LOCOS.	BIMENSUAL
	PUENTES DE ENJUAGUE	REVISIÓN DE MECANISMO, ALTURAS CON RESPECTO A BOTELLAS, COPAS CENTRADORAS, INCRUSTACIÓN PROVOCADAS POR LAS BOTELLAS, EMPAQUES.	BIMENSUAL
<b>LAVADORA DE BOTELLAS</b>	SISTEMA DE TRACCIÓN	ALINEACIÓN DE SPROCKET, HOLGURAS DE LA CADENA DE CANGILONES, LEVA EXPULSADORA DE BOTELLA, TENSAR CADENA, REVISAR TIEMPO DE CADENA DE ENTRADA, TIEMPO DE CADENA DE SALIDA.	SEMESTRAL
	SISTEMA DE VAPOR	REVISAR VÁLVULAS DE VAPOR, TRAMPAS DE VAPOR, VÁLVULAS DE CHEQUE, VÁLVULAS MODULADORAS, CAMBIO DE EMPAQUES, PRUEBA HIDROSTÁTICA DE TUBOS.	TRIMESTRAL
	EMPUJADOR	REVISAR ESTADO DE PISTAS, EMPUJADORES, ALINEACIÓN DE EMPUJADORES, REVISIÓN DE CHUMACERAS, AJUSTE DE CLUTCH, REVISIÓN Y AJUSTE DE MICRO SWITCH.	SEMESTRAL
	MESA DE DESCARGA	REVISAR CADENA DE TABLILLA, PERFIL ANTIFRICCIÓN, SPROCKET, EJES Y CHUMACERAS, CHEQUEO DE RODILLOS LOCOS.	BIMENSUAL

**Fuente: Información proporcionada por la empresa**

**Tabla LX. Mantenimiento preventivo para la llenadora de botellas**

<b>MÁQUINA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>TAREAS POR REALIZAR</b>	<b>PERIODO</b>
	SISTEMA DE TRACCIÓN	REVISAR ESTADO FÍSICO DE ENGRANAJES, TOLERANCIA ENTRE ENGRANAJES, BUJES, ESTRELLAS, CLUTCH DE GUSANO SIN FIN.	BIMENSUAL
	MANEJOS DE BOTELLA	REVISAR DESGASTE, ESTADO FÍSICO, GUÍA Y ESTRELLAS, TORNILLERÍA, PLACAS DE TRANSFERENCIA.	MENSUAL
<b>LLENADORA</b>	NIVELACIÓN DE PLATAFORMAS	REVISIÓN DE GRIPPERS, CAN-BLOCK, TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN DE AIRE, BARRAS PARALELAS, ALTURA DE PLATAFORMAS, TRANSFERENCIA, TORTILLERÍA.	TRIMESTRAL
	TORNILLO SIN FIN	DESMONTAR, REVISAR COJINETES AXIALES, RETENEDORES, ENGRANAJES, CLUTCH, EJES Y CUÑEROS.	TRIMESTRAL
	CAJA REDUCTORA	DESMONTAR Y REVISAR TORNILLO SIN FIN, CORONA, CAMBIAR COJINETE, RETENEDORES, SELLOS MECÁNICOS, POLEA Y PIÑÓN, ENSAMBLAR, REVISAR AJUSTES, AGREGAR Y VERIFICAR NIVELES DE ACEITE.	ANUAL

**Fuente: Información proporcionada por la empresa**

**Tabla LXI. Mantenimiento preventivo para la taponadora de botellas**

<b>MÁQUINA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>TAREAS POR REALIZAR</b>	<b>PERIODO</b>
	BAJADA DE TAPA	REVISAR DISCO DISTRIBUIDOR, TOLVA DE TAPA, BAJADA DE TAPA, CHEQUEAR AGUJA, DEDO EMPUJADOR, LEVA AGITADORA, EJE Y CUÑERO, TORNILLERÍA, COJINETES.	SEMESTRAL
<b>TAPONADORA</b>	CORONADOR	REVISAR RESORTE INFERIOR, BUJE, RETENEDORES, PLATAFORMA, MARTILLO, CALIBRAR ALTURAS, SOPORTE Y TORTILLERÍA.	MENSUAL
	CAJA DE TRANSMISIÓN	DESMONTAR, REVISIÓN DE COJINETES, RETENEDORES, TORNILLO SIN FIN Y CORONA, ACOPLER, CUÑAS, CAMBIO DE ACEITE.	ANUAL
	PLATOS PORTA-BOTELLA	REVISAR PORTA PLATOS, ALZAS, ALMOHADILLAS, TORTILLERÍA.	BIMENSUAL

**Fuente: Información proporcionada por la empresa**

**Tabla LXII. Mantenimiento preventivo para la paletizadora de cajillas**

<b>MÁQUINA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>TAREAS POR REALIZAR</b>	<b>PERIODO</b>
	SISTEMA MECÁNICO	REVISAR EJES, CHUMACERAS, CADENA, FAJAS, NIVELACIÓN DE ELEVADOR, BRAZOS EMPUJADORES, TRANSFERENCIA, VOLTEADOR, LUBRICAR TODO LO NECESARIO.	SEMESTRAL
<b>PALETIZADORA</b>	FRENOS	REVISIÓN DE CHUMACERAS DE EJE DE FRENOS, ACOPLAMIENTO DE FRENO, LIMPIEZA DE FRENO NEUMÁTICO, ARMAR Y PROBAR.	TRIMESTRAL
	CAJA DE TRANSMISIÓN	DESMONTAR, REVISIÓN DE COJINETES, RETENEDORES, TORNILLO SIN FIN Y CORONA, ACOPLER, CUÑAS.	ANUAL

Fuente: Información proporcionada por la empresa

**Tabla LXIII. Mantenimiento preventivo para el sistema de transporte**

<b>MÁQUINA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>TAREAS POR REALIZAR</b>	<b>PERIODO</b>
	CADENAS	REVISAR ESTADO FÍSICO DE CADENA TABLILLAS, GUÍAS ANTIFRICCIÓN, BARANDAS, SOPORTES, SPROCKET, EJES Y CUÑEROS, CADENA DE RODILLOS.	SEMESTRAL
<b>SISTEMA DE TRANSPORTE</b>	CAJA REDUCTORA	DESMONTAR, REVISAR COJINETES, RETENEDORES, ENGRANAJES, TORNILLO SIN FIN, EJE Y CUÑEROS, SPROCKET.	ANUAL

Fuente: Información proporcionada por la empresa

#### **5.4 Evaluación**

Es de suma importancia que se lleven a cabo las evaluaciones obtenidas con el nuevo sistema de caída de botellas en la lavadora, con el cual se compararán las producciones obtenidas anteriormente y el comportamiento de la demanda, con esto se obtendrán los resultados. Se analizarán los costos de operación del nuevo sistema y las nuevas ventajas que se tendrán para ser evaluadas y así, manteniéndolo en óptimas condiciones realizando los ajustes pertinentes para poder alcanzar las metas propuestas para el año.



## CONCLUSIONES

1. Con el nuevo mecanismo de leva-cilindro propuesto para la lavadora de botellas se generó un incremento en los ingresos económicos de la empresa, los cuales ascienden a Q 105, 537,600.00 anuales.
2. El tiempo de operación final de la lavadora de botellas que se obtendrá con el nuevo sistema de caída de botella es de 35 minutos, con esto se logra un aumento del 12.5% en la eficiencia del tiempo de lavado.
3. Para poder incrementar la eficiencia en el sistema de caída de botellas es necesario instalar los componentes del tipo alimenticio, lo cual hace que el proceso sea inocuo y la presión con que golpea la boca de la botella sea de 50 PSI, para no dañar la botella de vidrio.
4. La eficiencia que se obtendrá con el nuevo sistema es de 91.61%, con esto se logrará producir un aumento de 32.30% (94,387 cajas / mes), con el excedente que se obtenga se podrá cumplir la demanda mensual para generar más ganancias a la empresa.
5. La lavadora tiene la función de suministrar las botellas necesarias a la línea de producción para continuar con el proceso de llenado, las cuales deben estar limpias y en perfectas condiciones. Para ello fue necesario implantar un sistema de caída de botellas que por medio de una leva acciona un cilindro, el cual va conectado a una guía transversal que golpea las botellas en forma perpendicular para que logre desprender las botellas de los cangilones evitando el rompimiento y aumentando el número de botellas en la salida.

6. El nuevo sistema de caída de botellas está compuesto por los siguientes componentes: leva (indica cuando debe golpear la guía para que puedan desprenderse los envases), cilindro (hace accionar la guía transversal), electroválvulas (suministran de aire los cilindros), sensor (envía la señal a la electroválvulas para activar el cilindro).
  
7. Es de suma importancia brindar un programa de mantenimiento a los equipos del nuevo sistema, para asegurarse que los componentes se mantengan en óptimas condiciones y disminuyan la probabilidad de ocasionar fallas durante la producción.

## RECOMENDACIONES

1. Es muy importante que el personal operativo y de mantenimiento estén en constante capacitación sobre los equipos, dándoles la inducción para el funcionamiento y la información técnica que tiene el nuevo sistema, para que puedan realizar las rutinas de mantenimiento de manera correcta.
2. Para cumplir con la eficiencia de la línea de producción se deben llevar indicadores de control, lo cual permitirá observar las diferencias en las producciones; si se está bajando la eficiencia o se mantiene, se determinará el cumplimiento de la demanda.
3. Es fundamental que el mantenimiento cumpla exactamente con las tareas asignadas a cada componente y se utilicen los repuestos originales del fabricante, asegurando la calidad y durabilidad; esto permitirá el correcto funcionamiento del sistema de caída de botellas, sin paros durante la producción.
4. Se debe asegurar que el aire proporcionado por los componentes sea seco y sin ninguna partícula que pueda dañar los empaques internos de la electroválvula y del cilindro neumático, para que el nuevo sistema se mantenga con la misma calidad.



## BIBLIOGRAFÍA

- 1 Avallone Eugene A. y Baumeistere. **Manual del Ingeniero Mecánico**, 9º ed. McGraw-Hill, 2005.
- 2 Blank Leland. T. y Anthony J. Tarquin. **Ingeniería Económica**, 5ª ed. 2001.
- 3 Niebel, Benjamín W. **Ingeniería Industrial, métodos, tiempos y movimientos**. Mexico: McGraw-Hill, 9º ed. 2002.
- 4 Nievel, Benjamin W. **Ingenieria Industrial, metodos, estandares y diseño del trabajo**. 10º ed. Mexico: Alfaomega, 2001
- 5 Taylor, George A. **Ingeniería económica**, 2ª ed. México: Limusa, 1994.
- 6 Wark Kenneth. **Termodinámica**, 5ª ed. Mexico: McGraw-Hill, 1995.
- 7 [www.pneumatig.eu/zawor-elektromagnetyczny-sf4101ip-p-505.html](http://www.pneumatig.eu/zawor-elektromagnetyczny-sf4101ip-p-505.html).
- 8 Zandin, Kjell B. **Manual del Ingeniero Industrial**, 5ª ed. México: McGraw-Hill, 2005.