



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

**PROPUESTA DE UN PLAN AMBIENTAL PARA LA CONSERVACIÓN DE ENERGÍA Y
REUTILIZACIÓN DE MATERIALES RESIDUALES DE PRODUCCIÓN EN EL PROCESO DE
EMBOTELLADO EN VIDRIO**

Juan Pablo Castañeda Bonilla

Asesorado por el Ing. Erick Roberto Turcios Estrada

Guatemala, noviembre de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA DE UN PLAN AMBIENTAL PARA LA CONSERVACIÓN DE ENERGÍA Y
REUTILIZACIÓN DE MATERIALES RESIDUALES DE PRODUCCIÓN EN EL PROCESO DE
EMBOTELLADO EN VIDRIO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JUAN PABLO CASTAÑEDA BONILLA

ASESORADO POR EL ING. ERICK ROBERTO TURCIOS ESTRADA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

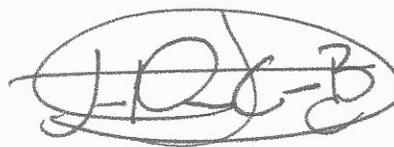
DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Fredy Mauricio Monroy Peralta
EXAMINADORA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas
EXAMINADOR	Ing. Renaldo Girón Alvarado
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**PROPUESTA DE UN PLAN AMBIENTAL PARA LA CONSERVACIÓN DE ENERGÍA Y
REUTILIZACIÓN DE MATERIALES RESIDUALES DE PRODUCCIÓN EN EL PROCESO DE
EMBOTELLADO EN VIDRIO**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 18 de enero del 2,012

A handwritten signature in black ink, enclosed within an oval shape. The signature appears to be 'JPB' with a horizontal line through it.

Juan Pablo Castañeda Bonilla

Guatemala, septiembre 2014

Ingeniero
César Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería, Usac.

Ingeniero Urquizú.

Por este medio atentamente le informo que como asesor del estudiante: **Juan Pablo Castañeda Bonilla, carné No. 2005-11687**, procedí a revisar el Trabajo de Graduación, cuyo título es: **PROPUESTA DE UN PLAN AMBIENTAL PARA LA CONSERVACIÓN DE ENERGÍA Y REUTILIZACIÓN DE MATERIALES RESIDUALES DE PRODUCCIÓN EN EL PROCESO DE EMBOTELLADO EN VIDRIO.**

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,



Erick Roberto Turcios Estrada
Ingeniero Mecánico Industrial
Colegiado Activo No. 7095

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

REF.REV.EMI.159.014

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PROPUESTA DE UN PLAN AMBIENTAL PARA LA CONSERVACIÓN DE ENERGÍA Y REUTILIZACIÓN DE MATERIALES RESIDUALES DE PRODUCCIÓN EN EL PROCESO DE EMBOTELLADO EN VIDRIO**, presentado por el estudiante universitario **Juan Pablo Castañeda Bonilla**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Byron Gerardo Chocooj Barrientos
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, octubre de 2014.

Byron Gerardo Chocooj
INGENIERO INDUSTRIAL
COLEGIADO 4,509

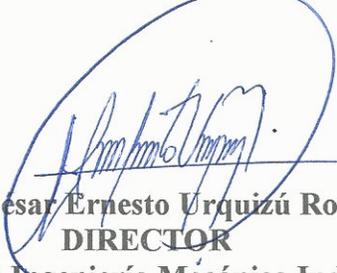
/mgp



REF.DIR.EMI.241.014

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 **PROPUESTA DE UN PLAN AMBIENTAL PARA LA CONSERVACIÓN DE ENERGÍA Y REUTILIZACIÓN DE MATERIALES RESIDUALES DE PRODUCCIÓN EN EL PROCESO DE EMBOTELLADO EN VIDRIO**, presentado por el estudiante universitario **Juan Pablo Castañeda Bonilla**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


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



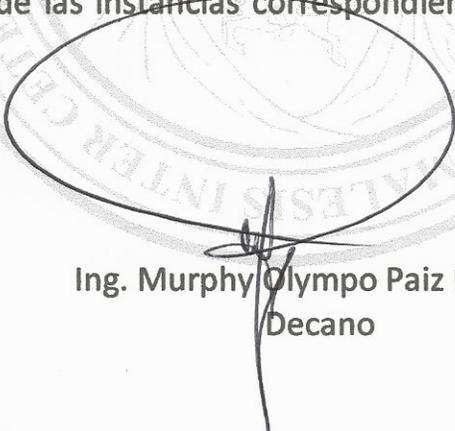
Guatemala, noviembre de 2014.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **PROPUESTA DE UN PLAN AMBIENTAL PARA LA CONSERVACIÓN DE ENERGÍA Y REUTILIZACIÓN DE MATERIALES RESIDUALES DE PRODUCCIÓN EN EL PROCESO DE EMBOTELLADO EN VIDRIO**, presentado por el estudiante universitario **Juan Pablo Castañeda Bonilla**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 24 de noviembre de 2014

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

Mis padres	Mynor Castañeda y Dora María Bonilla de Castañeda. Por ser la mejor guía para alcanzar esta meta.
Mi abuelo	Francisco Artemio Castañeda Morales. Por su apoyo, consejos y ejemplo. Por ser el pilar de mi formación personal y profesional.
Mis hermanos	María Isabel, José Alejandro Castañeda. Por ser la principal inspiración para cumplir las metas.
Mis abuelos	Argelia Castañeda, Yolanda Bonilla, José del Tránsito Castañeda y Artemio Bonilla. Por ser la base de la familia.
Mi novia	Lucía Girón. Por el apoyo incondicional durante toda mi carrera.
Mis amigos	Por ser partícipes de la mejor época de la vida, la época universitaria.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	IX
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN.....	XIX
1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1. Industria de bebidas carbonatadas.....	1
1.1.1. Generalidades	2
1.1.2. Organización.....	6
1.2. El impacto ambiental del sector de envasado de bebidas carbonatadas.....	8
1.3. Control de la contaminación	9
1.3.1. Residuos.....	9
1.3.2. Tratamiento al final del tubo.....	10
1.3.3. Reciclaje externo	11
1.3.4. Aguas residuales	11
1.3.5. Emisiones atmosféricas	12
1.4. Producción más limpia y productividad.....	12
1.4.1. Bases de la producción más limpia	13
1.4.1.1. Buenas prácticas operativas.....	13
1.4.1.2. Reciclaje, reuso y recuperación.....	14
1.4.1.3. Sustitución de insumos.....	14

1.4.1.4.	Modificación u optimización de procesos.....	14
1.4.2.	La producción más limpia y la productividad	15
1.4.3.	Producción más limpia y la legislación de Guatemala.....	15
1.4.4.	Modelo de excelencia de producción más limpia	16
1.4.4.1.	Diagnóstico de producción más limpia.....	16
1.4.4.2.	Política PML	16
1.4.4.3.	Estrategia PML.....	16
1.4.4.4.	Implementación PML.....	17
1.4.4.5.	Monitoreo	17
1.4.4.6.	Resultados ambientales y económicos	17
2.	SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA.....	19
2.1.	Descripción del proceso de bebidas carbonatadas	19
2.1.1.	Operaciones del proceso.....	19
2.1.1.1.	Preparación de jarabe simple.....	21
2.1.1.2.	Preparación del jarabe terminado	21
2.1.1.3.	Carbonatación	21
2.1.1.4.	Envasado	22
2.1.1.4.1.	Despaletizado	23
2.1.1.4.2.	Lavado de botellas	24
2.1.1.4.3.	Inspección de botellas... ..	25
2.1.1.4.4.	Llenado de botellas	25
2.1.1.4.5.	Paletizado	25
2.1.1.5.	Departamento de Mantenimiento	26

	2.1.1.5.1.	Mantenimiento emergente	27
	2.1.1.5.2.	Mantenimiento preventivo	27
	2.1.1.5.3.	Mantenimiento predictivo	27
2.2.	Insumos y consumos que intervienen en el envasado en vidrio		27
2.2.1.	Materias primas		28
2.2.2.	Agua		29
	2.2.2.1.	Tipos de agua utilizados	30
		2.2.2.1.1. Agua suave.....	30
		2.2.2.1.2. Agua cruda	31
		2.2.2.1.3. Agua tratada	32
2.2.3.	Energía utilizada en el envasado de bebidas		33
	2.2.3.1.	Energía eléctrica.....	33
	2.2.3.2.	Energía térmica	34
2.2.4.	Control de contaminación en el envasado de bebidas en vidrio.....		37
	2.2.4.1.	Contaminación.....	37
	2.2.4.2.	Tratamiento al final del tubo.....	38
	2.2.4.3.	Reciclaje interno	39
	2.2.4.4.	Reciclaje externo	39
	2.2.4.5.	Aguas residuales	40
	2.2.4.6.	Emisiones atmosféricas.....	41
2.3.	Diagrama de operaciones del proceso		41
2.4.	Diagrama de flujo del proceso		41
2.5.	Diagrama de recorrido del proceso		43

3.	PROPUESTA DEL MODELO A IMPLEMENTAR	45
3.1.	Medidas de producción más limpia aplicables al proceso de envasado en vidrio de bebidas carbonatadas	45
3.1.1.	Reciclaje del vidrio	45
3.1.1.1.	Selección de botellas para el reciclaje	45
3.1.1.2.	Botellas fuera de norma de calidad	46
3.1.1.3.	Botellas quebradas en el proceso	46
3.1.1.3.1.	Botellas quebradas en el transporte	46
3.1.1.3.2.	Botellas quebradas en la llenadora.....	47
3.1.1.3.3.	Botellas quebradas en la despaletizadora	47
3.1.1.4.	Proceso de reciclaje para el vidrio.....	47
3.1.2.	Medidas relativas al uso del agua	48
3.1.2.1.	Optimización del agua en operaciones de limpieza.....	48
3.1.2.2.	Optimización del agua en operaciones de sanitizado.....	48
3.1.2.3.	Optimización del agua en el lavado de botellas.....	50
3.1.3.	Medidas relativas al uso de la energía eléctrica.....	52
3.1.3.1.	Controlar la máxima demanda de potencia.....	53
3.1.3.2.	Mejorar la eficiencia de equipos frigoríficos.....	53
3.1.3.3.	Determinar el consumo de aire comprimido.....	54

3.1.4.	Medidas relativas al uso de energía térmica.....	56
3.1.4.1.	Aislar los sistemas de distribución de energía térmica.....	57
3.1.4.1.1.	Distribución de vapor hacia lavadora de botellas	58
3.1.4.2.	Reparar fugas de vapor y condensado	58
3.1.5.	Medidas relativas al uso de materias primas y otros insumos	58
3.1.5.1.	Manejo de materiales	59
3.1.5.2.	Optimizar el consumo de soda cáustica en el lavado de botellas	59
3.1.5.3.	Reducir la carga contaminante del efluente hídrico	60
4.	IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA	61
4.1.	Medidas para el reciclaje de vidrio	61
4.1.1.	Procedimientos para la selección de botellas	61
4.1.2.	Botellas fuera de normas de calidad.....	61
4.1.3.	Botellas quebradas en el proceso.....	61
4.2.	Medidas relativas al uso del agua	62
4.2.1.	Medición del consumo de agua para el lavado de botellas	62
4.2.2.	Identificación de pérdidas de agua por fugas y rebalses	62
4.2.3.	Optimizar el uso del agua para operaciones de limpieza	64
4.3.	Medidas relativas al uso de energía térmica	64

4.3.1.	Determinar el consumo de vapor en la línea de producción.....	65
4.3.2.	Reparar fugas de vapor y condensado en la red de distribución hacia la lavadora	66
4.3.3.	Aislar el sistema de distribución térmica hacia la lavadora.....	66
4.4.	Medidas relativas al uso de energía eléctrica	67
4.4.1.	Optimizar el bombeo de agua en la línea de producción.....	67
4.4.2.	Mejorar la eficiencia del equipo de frío	68
4.4.3.	Medir y controlar el flujo de aire comprimido en la línea de producción	69
4.5.	Medidas relativas al uso de materias primas	70
4.5.1.	Optimizar el consumo de azúcar	70
4.5.2.	Optimizar el consumo de soda cáustica en la lavadora de botellas	70
4.6.	Programa para el reciclaje de vidrio	70
4.6.1.	Botellas fuera de normas de calidad	72
4.6.2.	Botellas quebradas en el proceso	72
4.7.	Indicadores ambientales	72
4.7.1.	Indicadores para el consumo de materiales	72
4.7.2.	Indicadores para el consumo de energía	73
4.7.2.1.	Indicadores para el consumo de energía térmica	73
4.7.2.2.	Indicadores para el consumo de energía eléctrica.....	74
5.	SEGUIMIENTO Y CONTROL.....	75
5.1.	Procedimiento para el reciclaje de vidrio.....	75

5.1.1.	Manejo de botellas fuera de normas.....	80
5.2.	Procedimientos para el control de los consumos de materiales	81
5.2.1.	Consumo de soda cáustica	81
5.2.2.	Consumo de envases de vidrio.....	85
5.3.	Herramientas de comparación.....	89
5.4.	Herramientas de evaluación	90
RECOMENDACIONES		91
CONCLUSIONES		93
BIBLIOGRAFÍA.....		95
ANEXOS		97

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama	7
2.	Proceso de envasado en vidrio	20
3.	Carbocooler.....	22
4.	Lavado de botella de vidrio	24
5.	Porcentaje de atención de mantenimiento anual	26
6.	Diagrama de proceso	42
7.	Diagrama de recorrido.....	43
8.	Proceso de sanitizado	50
9.	Lavado de botellas	52
10.	Sistema de detección de fugas en tuberías	63
11.	Depósitos para residuos.....	71
12.	Diagrama de reciclaje de botellas de vidrio área de lavado	79
13.	Diagrama de uso de soda cáustica	84
14.	Diagrama de selección de botellas de vidrio	88
15.	Selección de botella	89

TABLAS

I.	Consumos en toneladas de azúcar y dióxido de carbono	29
II.	Especificaciones del compresor	56
III.	Pérdidas de energía en tuberías	57
IV.	Aprobaciones y autorizaciones	78
V.	Defectos en envases de vidrio	80

VI.	Aprobaciones y autorizaciones	83
VII.	Aprobaciones y autorizaciones	87
VIII.	Verificación a la salida de la lavadora y acciones a tomar por parte del operario	90

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
CO₂	Dióxido de carbono
SO₂	Dióxido de sulfuro
Lb	Libra
m	Metro
Co	Monóxido de carbono
NO	Óxido de nitrógeno

GLOSARIO

Agua suave	Agua con pocas sales minerales. Se obtiene el agua suave o blanda mediante un tratamiento especial.
Energía	Es la capacidad para realizar un trabajo. La ley universal de conservación de la energía, que es la base para el primer principio de la termodinámica.
Energía eléctrica	Se denomina energía eléctrica a la forma de energía que resulta de la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos, lo que permite establecer una corriente eléctrica entre ambos cuando se les coloca en contacto por medio de un conductor eléctrico para obtener trabajo.
Energía térmica	Es la energía liberada en forma de calor.

RESUMEN

Una de las herramientas administrativas se forma con el concepto de Producción más Limpia, que nace con la necesidad de aprovechar al máximo los recursos naturales y la disminución de los efectos negativos, tanto al ambiente como al ser humano, como resultado de la transformación de materia prima. Dependiendo de los análisis se encontrarán áreas de oportunidad, en los cuales se puedan disminuir estos fenómenos y los consumos de materiales y energía.

Este análisis pretende argumentar el desarrollo de un plan ambiental que estará enfocado en la conservación de energía y recursos, así como del aprovechamiento de materiales desechados en la producción.

El buen desarrollo de un plan ambiental lograría minimizar los efectos dañinos al medio ambiente y al ser humano, también alcanzaría la disminución de desechos y la optimización de la energía utilizada en el proceso.

OBJETIVOS

General

Desarrollar una propuesta de un plan ambiental enfocado en la conservación de la energía y reutilización de materiales residuales, del proceso de envasado de bebidas carbonatadas en vidrio.

Específicos

1. Identificar las áreas de oportunidad para el reciclaje interno y externo del proceso de producción.
2. Determinar el consumo de los materiales utilizados en la lavadora de botellas.
3. Determinar el consumo de energía calorífica en el lavado de botellas de vidrio.
4. Determinar el consumo de energía eléctrica debido al funcionamiento de motores eléctricos.
5. Desarrollar un procedimiento de recolección de materiales de desecho que pueden ser reutilizados.
6. Disminuir el consumo energético en las operaciones del proceso de envasado en vidrio.

INTRODUCCIÓN

La transformación de materias primas por medio de procesos productivos, es la base fundamental de toda empresa dedicada a la elaboración de sus productos. Para este proceso productivo se busca la máxima eficiencia y aprovechamiento de recursos para disminuir los costos en los que se incurre.

Los procesos productivos generan materiales residuales, los cuales dan lugar a daños en el medio ambiente y bienestar humano. Análisis relacionados con la protección del medio ambiente realizado por distintas organizaciones nacionales, dieron lugar a la generación de estrategias preventivas las cuales son aplicables a productos, procesos o servicios con el fin de aumentar la eficiencia de los mismos y reducir los riesgos, ocasionados al medio en el que se desarrollan y a los seres humanos.

Las industrias han generado desechos, estos son dañinos para el ambiente. A través de la historia la contaminación generada por la industria ha pasado por distintas etapas; se ha ignorado, se ha diluido y se le ha controlado, generando distintas técnicas para la disminución de contaminantes en el proceso de producción de la empresas.

Para realizar el proceso de transformación es necesario el consumo de materias primas y energía, para ello se necesitan de distintos recursos naturales, tanto renovables como no renovables. Por esto es necesario el análisis y desarrollo de un plan estratégico, por medio del cual se busquen métodos y procedimientos que ayuden a disminuir el consumo de estos materiales.

En el proceso de embotellado en vidrio existen áreas de oportunidades para el ahorro y disminución de consumos, es por ello que debe haber en cada empresa un plan estratégico ambiental, este se enfoca en el consumo eficiente de materiales y energía; así como del manejo y reutilización de elementos de desecho, los cuales son producto del proceso de transformación de las materias primas.

Para lograr esta estrategia se aplicarán métodos analíticos cualitativos, cuantitativos e indicadores ambientales, con los que se pretende encontrar áreas de oportunidad para la disminución de consumo de materiales y energía, y con esto disminuir los costos de producción generados por el empleo de estos materiales.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Industria de bebidas carbonatadas

Esta tiene sus inicios en Nueva York en 1832, cuando John Matthews inventa un aparato para mezclar agua con gas de dióxido de carbón, además de esto le agrega saborizantes a la bebida; entre los saborizantes más comunes se encontraban sabores de naranja, limón y uva.

Las bebidas carbonatadas son una consecuencia de los ensayos para producir aguas efervescentes semejantes a las de las fuentes naturales. Al cabo de algún tiempo se les agregaron saborizantes, y de ahí nacieron las diversas aguas y bebidas gaseosas, que son esencialmente agua cargada con dióxido de carbono a la que se ha añadido azúcar y algún ácido, una materia colorante y un agente de sabor. Para que se conserve el gas, se envasa la bebida gaseosa en recipiente herméticamente cerrado.

El término embotellamiento en la industria de bebidas gaseosas incluye no solo el llenado y taponamiento de las botellas, sino también las mediciones y control exacto de las mezclas de jarabe, agua y gas carbónico que se introducen en la botella antes del taponamiento de la misma.

Las empresas envasadoras buscan la mejora continua por medio de la utilización y desarrollo de tecnologías innovadoras, que abarcan desde mejoras en las operaciones del proceso hasta materiales, cuyo desempeño permite una mejor operación y manejo. La tecnología utilizada ha alcanzado niveles muy

altos, permitiendo con esto, obtener productos altos en calidad y desempeño, así como la disminución en los costos de operación y manejo de materiales.

El porcentaje de participación en los mercados de la industria guatemalteca de bebidas carbonatadas, ha ido creciendo y junto con ella han ido creciendo las necesidades de planeación, ejecución verificación y control de los procesos productivos; para que así el cliente obtenga una alta calidad en los productos y la empresa obtenga mayores beneficios económicos.

Actualmente existe una competencia alta entre las diferentes las industrias embotelladoras que se encuentran en Guatemala, las marcas líderes se han encargado de buscar presencia en el mercado, por medio del desarrollo de nuevos productos y distintas presentaciones en los envases de sus productos, para que por medio de la disminución en sus costos el precio del producto disminuya y con esto ganar participación en el mercado.

1.1.1. Generalidades

La industria embotelladora de bebidas se ha caracterizado por la presencia de alternativas de materiales, para el envasado de sus productos (vidrio, cartón complejo, plástico y envase metálico, que compiten entre sí a fin de satisfacer las necesidades de los distintos segmentos del mercado, de las organizaciones envasadoras. Cada tecnología de envasado compite con los restantes en función de su capacidad, para crear valor en el cliente y en términos de sus costes relativos.

El origen de The Central America Bottling Corporation se remonta al siglo XIX. A lo largo de más cien años, cuatro generaciones de trabajadores han

vencido los obstáculos, para crear una de las empresas más importantes de Centro América.

A solo dos años de su fundación ya producía la única soda aprobada por la Facultad de Medicina para el consumo masivo, gracias a su excelente calidad. En 1889 se lanzaron al mercado varios sabores en un esfuerzo de diversificación, lanzamiento que fue acompañado de una innovadora campaña de publicidad a través de la prensa escrita, en esa época el principal medio de comunicación.

Así, el 15 de septiembre de 1904 la fábrica obtuvo su primer premio, la medalla de Oro a la Calidad, otorgada por el jurado de la Feria Industrial de Guatemala. La distribución se realizaba por medio de carretas jaladas por mulas. El equipo de ventas consistía en ocho carretas las cuales podían llevar 30 cajas de 36 botellas. La distribución hacia el interior del país, especialmente hacia el nororiente, se llevaba a cabo a través del ferrocarril. En 1934 se adquirió la Fábrica de Bebidas Gaseosas y de Hielo La Mariposa, con el propósito ampliar la oferta de productos y responder en forma oportuna a la expansión del mercado.

En 1940, debido a la expansión de la empresa y del mercado, se realizaron innovaciones en la fábrica, se adquirió maquinaria más moderna para automatizar el proceso de producción y se introdujeron por primera vez, los camiones en la distribución del producto, los que gracias al avance en la construcción de las carreteras, podían llegar a todos los departamentos del país.

En 1941, los representantes de The Pepsi Cola Company visitaron las instalaciones de la “fábrica” La Mariposa en Guatemala, y en reconocimiento de la calidad de sus productos, la importante red de distribución, la innovación y

el espíritu de servicio de sus propietarios y de todo su personal, decidieron otorgarle en 1942 la franquicia para la fabricación y venta de sus productos, especialmente Pepsi Cola.

La rápida expansión de la empresa y del éxito alcanzado en el desarrollo de la marca Pepsi Cola, la hicieron acreedora al Premio de Crecimiento en Ventas, otorgado por The Pepsi Cola Company en febrero de 1973.

En 1976, con el apoyo de un gran equipo de trabajadores, se logró uno de los objetivos más importantes de la embotelladora: el liderazgo de Pepsi Cola y de los productos La Mariposa en el mercado guatemalteco, que desde ese año hasta hoy en día son los productos más vendidos del mercado.

En 1988 se dio un paso trascendental en el proceso de desarrollo de la empresa: Junta Directiva tomó, por unanimidad, la decisión de institucionalizar y profesionalizar al grupo a través de políticas y procedimientos, que le permitan afrontar exitosamente los nuevos retos de la globalización.

Se asume el proceso de transformación hacia la competitividad, a través de una política de economías de escala, alianzas estratégicas con los proveedores, programas de capacitación y desarrollo de personal y una innovadora y sobresaliente estrategia de mercadeo.

Los resultados de esta transición fueron reconocidos por The Pepsi Cola Company al otorgar a la Corporación el galardón Embotellador Latinoamericano del Año en dos ocasiones consecutivas, algo pocas veces logrado en el mundo. Este premio se otorga a los embotelladores que alcanzan altos niveles de excelencia operativa, lo que a su vez se ha visto reflejado en 18 diferentes premios de la calidad obtenidos en igual número de años.

La proyección de la corporación hacia la comunidad se ve fortalecida por la creación de puestos de trabajo, la realización de importantes inversiones en infraestructura productiva, el apoyo a las actividades deportivas (especialmente el fútbol) y la realización de proyectos educativos y de interés social, a través de la Fundación María Luisa Monge de Castillo.

También se ha participado en CENTRARSE, organización que agrupa a diferentes organizaciones que se ocupan de la Responsabilidad Social Empresarial, en donde se han obtenido los siguientes premios: Mención Honorífica en el 2006 por el caso “El Recursos Humano la dimensión vital de la responsabilidad social empresarial” eje Público interno y en el 2007 con el caso “Algo más que acuerdos y estrategias, lo importante es una relación ganar- ganar” se ganó en el eje proveedores.

En el 2009 se adquieren acciones de otra parte geográfica del continente esta vez en el Caribe, teniendo ahora ingerencia en Jamaica, Trinidad y Tobago y Puerto Rico. En este mismo año vuelve a ganarse como Embotellador Latinoamericano del año.

La visión del futuro es optimista. Al recordar el pasado se reconoce una larga tradición de excelencia operativa, ética empresarial y liderazgo. La empresa se encuentra fortalecida con los principios y valores de sus fundadores, conscientes de que en un mundo de cambio constante, estos serán la guía que garantice el éxito.

Actualmente operan en Guatemala, Centro América y el Caribe, más de treinta empresas en las que participan empresarios visionarios que producen y distribuyen PEPSI, Mirinda, Seven Up y los productos La Mariposa,

garantizando el liderazgo de estas importantes marcas, a través de un sostenido esfuerzo y del trabajo en equipo.

1.1.2. Organización

La industria embotelladora ha diseñado sistemas empresariales para lograr el cumplimiento de las metas y objetivos propuestos por la Alta Gerencia. Están compuestos por subsistemas interrelacionados que cumplen funciones específicas y especializadas. El objetivo principal de la organización es lograr la mayor eficiencia en las operaciones.

La constitución de la organización está dividido en departamentos, en los que se realizan distintas operaciones, estos son:

El Departamento de Comercialización se encarga la planificación y ejecución de los planes de ventas, se preocupa por la calidad percibida por el cliente con lo que busca mantener la fidelidad del cliente. Pronostica las ventas y la producción a realizar en los distintos períodos del año.

La sección de Producción está encargada de la planificación, ejecución y control de los procesos y transformaciones de la materia prima, verificando el cumplimiento de los estándares de calidad establecidos, a medida que el costo sea el más bajo posible.

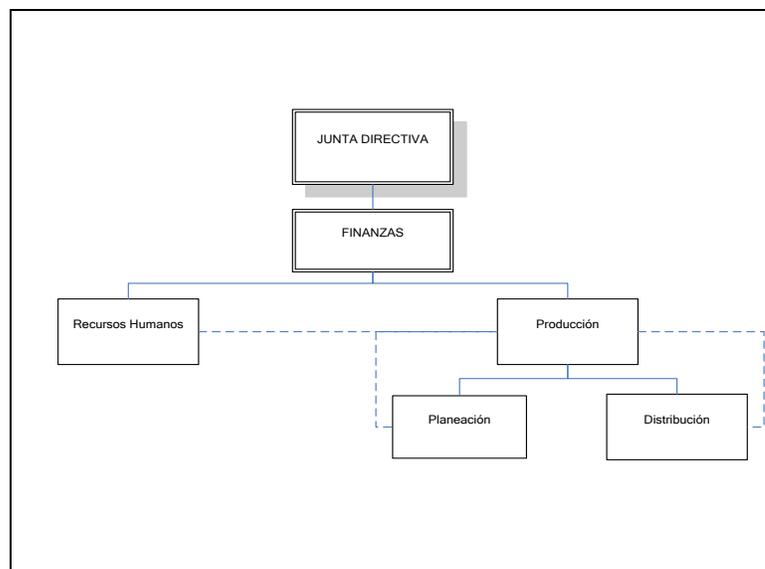
La división de Recursos Humanos verifica la interacción entre los colaboradores de la empresa. Asimismo recluta y capacita a las personas que llegarán a formar parte de la empresa, esto para que los nuevos colaboradores desarrollen su trabajo de la mejor manera posible. Este departamento también

establece y refuerza la relación empresa-colaborador, con el objetivo de crear una identidad laboral en la organización.

El Departamento de Finanzas recopila, controla y contabiliza los recursos económicos de la organización, luego de estos procedimientos informa a la Alta Gerencia los resultados y con ello se buscan nuevos planes de acción y ejecución de los recursos. Esta parte de la organización administra los recursos monetarios, para así obtener los mayores beneficios posibles durante las transacciones de bienes.

Existe otra sección en la organización, esta es el Departamento de Distribución, la cual tiene como función principal el control del traslado del producto terminado hacia los sectores de almacenamiento o ventas, dentro y fuera de la República de Guatemala, tales como bodegas, agencias o clientes.

Figura 1. Organigrama



Fuente: elaboración propia. Microsoft Visio 2010.

1.2. El impacto ambiental del sector de envasado de bebidas carbonatadas

La rápida industrialización y las nuevas tecnologías han dado lugar a nuevos puntos y métodos de contaminación de los recursos terrestres, aéreos y acuáticos, amenazando al desarrollo del ser humano y los ecosistemas con riesgos para la salud. El uso cada vez más generalizado e intensivo de materiales y energía, ha originado una creciente presión en la calidad de los ecosistemas locales.

Anteriormente el control de la contaminación apenas existía y se orientaba principalmente, al tratamiento de residuos (final de tubo) para evitar daños locales, aunque siempre con una perspectiva a muy corto plazo. A medida que se fue incrementando el ritmo industrial se fueron conociendo los efectos acumulativos de la contaminación, por ello fueron se creó el “Control de la Contaminación” como principal estrategia para la disminución del impacto ambiental de la industria.

Con el control de la contaminación se busca disminuir los efectos y riesgos provocados por la contaminación de los ecosistemas. Los procesos de embotellado de bebidas en vidrio desechan distintas cargas contaminantes al medio ambiente, principalmente las descargas líquidas que provocan debido al alto contenido de materia inorgánica y detergentes que presentan las mismas. Esto se debe, principalmente, a la descarga de pérdidas de jarabe o bebida terminada, y aguas residuales de lavado, limpieza y sanitizado. Por otro lado también el proceso de embotellado genera emisiones atmosféricas así como residuos de producción, estos fenómenos pueden ser controlados para disminuir la carga contaminante que generan.

1.3. Control de la contaminación

Como parte de la estrategia del control de la contaminación, los intentos de proteger el medio ambiente han consistido principalmente, en aislar los contaminantes del medio ambiente y en utilizar depuradoras y filtros en las fuentes emisoras. Estas soluciones, orientadas a objetivos de calidad ambiental o límites de emisión específicos para un medio, se han dirigido especialmente a eliminar los puntos de vertido de residuos a determinado medios (aire, agua, tierra).

Para controlar la contaminación causada por los procesos se utilizan herramientas, prácticas o productos que permiten reducir o eliminar la generación de contaminantes en sus fuentes de origen; es decir, reducen o eliminan las sustancias contaminantes que podrían penetrar en cualquier corriente de residuos o emitirse al ambiente por medio de residuos sólidos, aguas residuales o emisiones atmosféricas. Para ejecutar el control de la contaminación es necesario establecer prácticas, para la recuperación y disposición final de los residuos y desechos sólidos.

1.3.1. Residuos

La industria genera una gran cantidad de residuos, muchos de los cuales son recuperables. El problema está en que las técnicas para aprovechar los residuos y hacerlos útiles, son caras y en muchas ocasiones no compensa económicamente hacerlo. De todas formas, está aumentando la proporción de residuos que se valorizan para usos posteriores. Material que no representa una utilidad o un valor económico para la empresa, por ende la empresa se convierte en un generador de residuos. Los residuos se pueden clasificar dependiendo de sus características, estado y origen. Luego de clasificar los

residuos se establece el manejo que se le dará al mismo por medio de la generación, transporte, tratamiento y control.¹

La primera medida, que se debe considerar siempre, es si es posible generar menos residuos o aprovecharlos en otros procesos de fabricación. Continuamente están saliendo nuevas tecnologías que permiten fabricar con menor producción de residuos, lo que tiene la ventaja de que los costes se reducen porque se desperdicia menos materia prima y no hay que tratar tanto residuo.

1.3.2. Tratamiento al final del tubo

Este proceso trata de mitigar la contaminación generada por un proceso, por medio del tratamiento de contaminantes al final de proceso utilizando filtros, catalizadores o lavadores.

Esta tecnología complementa la aplicación de tecnologías más limpias en los procesos, y aseguran que los residuos que se descargan en el ambiente produzcan el menor daño posible a los distintos ecosistemas. Mientras un proceso tenga más control de contaminantes en sus procesos de producción, menor será la necesidad de tratamientos “final de tubo” de los distintos residuos originados de los procesos.

El tratamiento “final de tubo” es una fase de la producción más limpia con la cual se controla la contaminación, este tratamiento se enfoca en el control de los residuos mientras que la producción más limpia, trata de prever la contaminación y con ello evitarla.

¹ www.cidta.usal.es. Consulta: agosto de 2014.

Los residuos de producción se dividen por su morfología, se catalogan de forma líquida, sólida y gaseosa. Cada uno de estos residuos lleva diferentes procedimientos de control de final de tubo.

1.3.3. Reciclaje externo

El reciclaje es un proceso que consiste en someter a un proceso fisicoquímico o mecánico, a una materia o un producto ya utilizado a un ciclo de tratamiento total o parcial, para obtener una materia prima o un nuevo producto

Se denomina reciclaje externo al procedimiento en el que se utiliza el residuo de un proceso u operación diferente del que lo generó. Los procesos generan sobrantes que pueden ser utilizados en otros procesos. Un recurso primordial al que se le puede dar un gran uso como reciclaje es el agua o soluciones con detergentes, ya que pueden ser utilizadas en otros procesos productivos tales como limpieza de máquinas o lugares de trabajo.

1.3.4. Aguas residuales

Las aguas residuales son materiales derivados de los residuos de procesos productivos, los cuales por razones de salud pública y por consideraciones económicas o estéticas, no pueden desecharse vertiéndolas sin tratamiento en lagos o corrientes convencionales.

Las principales fuentes de los desechos líquidos son los procesos de lavado, limpieza y transporte de sólidos. Las aguas residuales provenientes de las operaciones industriales se caracterizan por alto contenido de materia orgánica, así como de sólidos en suspensión.

1.3.5. Emisiones atmosféricas

Una emisión atmosférica es la descarga de una sustancia o elemento al aire, en estado sólido, líquido o gaseoso, o en alguna combinación de estos, proveniente de una fuente fija en un lugar determinado e inamovible o móvil susceptible de desplazarse.

El uso de energía eléctrica y térmica contribuye a la generación de gases efecto invernadero, y en algunos casos, a la emisión de partículas. Para la generación de energía térmica es necesario el uso de combustibles, para que por medio de la ignición de estos se obtenga la energía necesaria para que el agua tratada, que se encuentra en las calderas, cambie su estado y se transforme en vapor. Este vapor luego será distribuido por una red de vapor para realizar el trabajo requerido. La combustión que ocurre en los proyectos termoeléctricos emite dióxido de sulfuro (SO₂), óxidos de nitrógeno (NO_x), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂) y material particulado (que pueden contener metales menores), estos residuos son perjudiciales al humano y los ecosistemas.

1.4. Producción más limpia y productividad

La producción más limpia es una estrategia preventiva en las empresas, aplicada a productos, procesos y organización del trabajo, cuyo objetivo principal es minimizar emisiones y/o descargas en el origen, reduciendo riesgos para la salud humana y el ambiente, elevando simultáneamente su competitividad.

La aplicación de un plan ambiental resulta en una mejora de la productividad, lo que a su vez genera utilidades económicas e incrementa la

competitividad, así como la reducción en la contaminación ambiental. La aplicación permanente de una estrategia ambiental preventiva e integrada a los procesos, incrementa la eficiencia y reduce los riesgos sobre la población humana y el ambiente.

El mejoramiento ambiental requiere que las empresas innoven para aumentar la productividad de los recursos, lo que constituye justamente el gran desafío de la competitividad empresarial, esto trae como consecuencia una disminución en los costos debido al consumo de materiales, lo cual aumenta la competitividad de la empresa generando mayores utilidades, ya que se consumen menos materiales y se produce la misma cantidad de bienes, es por esto también que la producción más limpia es denominada también “Eco-eficiencia”

1.4.1. Bases de la producción más limpia

La producción más limpia es una estrategia organizacional que basa el desarrollo de sus actividades en distintos pilares, para poner en práctica el plan ambiental en el que se eliminen o disminuyan, las cargas contaminantes generadas por los procesos productivos. Estas bases se encuentran descritas a continuación:

1.4.1.1. Buenas prácticas operativas

Son medidas operativas que no implican cambios en el proceso o en los equipos; más bien trata de cambios operacionales, en las actitudes del personal y de un mejor manejo a nivel administrativo, pueden ser aplicadas para lograr la reducción de los costos de producción e incremento de la productividad total de la empresa, además de disminuir el impacto ambiental.

1.4.1.2. Reciclaje, reuso y recuperación

Este apartado se refiere al concepto “3Rs” que hace referencia a estrategias para el manejo de residuos, que buscan ser más sustentables con el medio ambiente y específicamente dar prioridad a la reducción en el volumen de residuos generados.

Básicamente este principio tiene su base en la reducción de los residuos, reutilizar y reciclar los recursos y productos. En general reducir significa mejorar el uso de los materiales en los procesos; reutilizar implica el uso repetido de estos materiales en los mismos o distintos puntos del proceso; mientras que reciclar hace referencia al uso de los residuos de los procesos de manera que estos sean recursos en otro proceso.

1.4.1.3. Sustitución de insumos

Esta base del plan ambiental consiste en la sustitución de un material utilizado en el proceso de producción, o bien un producto que mejore la eficiencia energética, con la cual se genere menor contaminación y que su uso elimine o disminuya, la peligrosidad hacia el ser humano y medio ambiente al ser utilizado.

1.4.1.4. Modificación u optimización de procesos

Implica entre otros, rediseñar procesos, mejorar los controles de operación, sustituir procesos ineficientes, efectuar modificaciones en los equipos o cambios tecnológicos que permitan reducir la generación de residuos.

1.4.2. La producción más limpia y la productividad

Para comprender la relación entre estos dos, es necesario conocer el concepto de productividad, la cual se define como la relación entre lo producido y los medios empleados para lograr los productos. Por lo tanto, la productividad se mejora: aumentando la cantidad de producto sin aumentar la cantidad de insumos utilizados; disminuyendo la cantidad de los insumos manteniendo la misma cantidad de productos; o aumentando la cantidad de productos disminuyendo la cantidad de insumos. El concepto de producción más limpia resulta precisamente en una de estas tres posibilidades.

1.4.3. Producción más limpia y la legislación de Guatemala

Con la creación de la Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA), a través del Decreto 68-86 “Ley de Protección y Mejoramiento del Ambiente” y la creación del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, en el 2000 (Decreto 90-2000), que faculta al MARN como rector de la gestión ambiental y de los recursos naturales de Guatemala.

En el marco legal y político del país, se considera al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) como la institución rectora de la gestión ambiental quien es responsable de proponer la normativa ambiental correspondiente y de su aplicación. Asimismo el marco legal ambiental de la República de Guatemala, está constituido por leyes y/o decretos ambientales que rigen a las empresas a tener responsabilidad ambiental, a continuación se describen algunas de las leyes:

- Constitución Política de la República de Guatemala
- Ley de Protección y mejoramiento del Medio Ambiente

- Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental

1.4.4. Modelo de excelencia de producción más limpia

El modelo de excelencia de producción más limpia es una herramienta que asiste en el desarrollo, implementación y mejora del plan ambiental. El modelo está compuesto por cinco puntos nombrados facilitadores y tres criterios los cuales evalúan los resultados del plan ambiental. Estos criterios son:

1.4.4.1. Diagnóstico de producción más limpia

Este punto es crucial para el desarrollo y mejoramiento continuo de un plan ambiental. El diagnóstico proporciona el estado de situación de la empresa, en términos de eficiencia productiva y de los consecuentes y respectivos impactos sobre el ser humano.

1.4.4.2. Política PML

Es la orientación o directriz general que constituye el marco para la definición de objetivos y metas, en materia de la eficiencia productiva y consecuentes impactos al ser humano y medio ambiente.

1.4.4.3. Estrategia PML

El sistema para el desarrollo del plan ambiental está orientado a la excelencia en resultados. Debe incluir:

- Formulación y revisión de objetivos.
- Identificación, evaluación y selección sistemática de opciones.

- Planificación sistemática de la implementación y monitoreo de las operaciones.

1.4.4.4. Implementación PML

La implementación se refiere a la materialización de la estrategia, y se enfoca en todas las actividades relacionadas con la aplicación del plan ambiental destinado a lograr los objetivos establecidos.

1.4.4.5. Monitoreo

Este punto permite medir y evaluar los resultados obtenidos en términos ambientales, económicos y sociales y el nivel de cumplimiento de los objetivos. Este monitoreo proporciona la información necesaria para el próximo diagnóstico del plan ambiental.

1.4.4.6. Resultados ambientales y económicos

Este criterio se refiere a lo que la empresa obtiene en términos económicos, ambientales y sociales. Los resultados obtenidos tendrán una clara relación con las opciones del plan estratégico, ya que evidenciará los resultados del plan ambiental. Para facilitar la valoración y evaluación, los resultados deben ser expresados mediante indicadores de desempeño.

2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

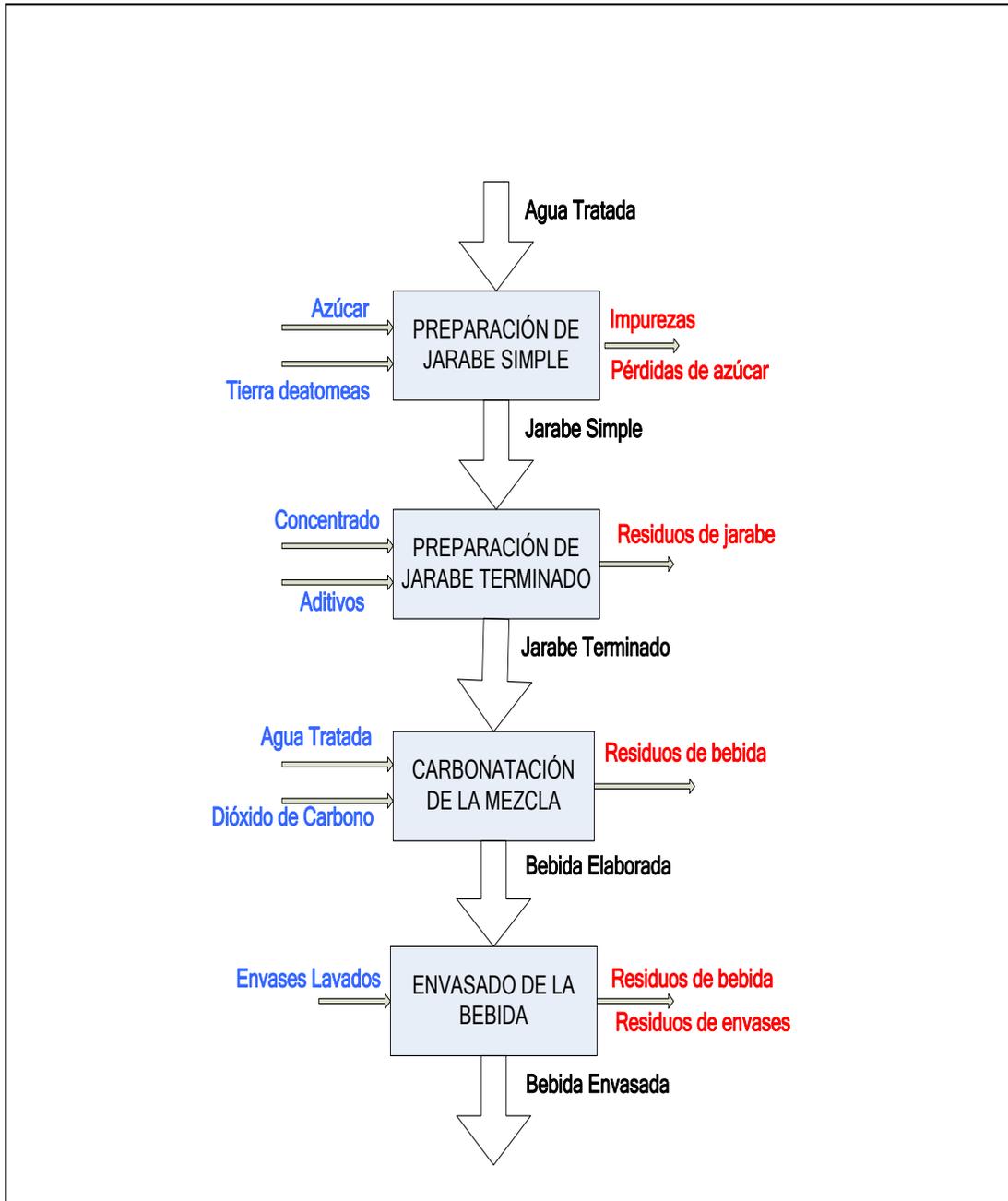
2.1. Descripción del proceso de bebidas carbonatadas

Las bebidas carbonatadas o gaseosas son una consecuencia de los ensayos para producir aguas efervescentes semejantes a las de las fuentes naturales. Al cabo de un tiempo se les agregaron saborizantes, y de ahí nacieron las diversas aguas o bebidas gaseosas, que son esencialmente agua cargada con dióxido de carbono a la que se le ha añadido azúcar y algún ácido, una materia colorante y un agente de sabor. Para que se conserve el gas, se envasa la gaseosa en recipiente herméticamente cerrado.

2.1.1. Operaciones del proceso

El proceso de envasado en vidrio de bebidas carbonatadas consiste básicamente en las operaciones de preparación del jarabe, preparación del jarabe terminado, carbonatación de la mezcla, envase de la bebida, a continuación se presenta un esquema del proceso.

Figura 2. **Proceso de envasado en vidrio**



Fuente: elaboración propia. Microsoft Visio 2010.

2.1.1.1. Preparación de jarabe simple

Consiste en la mezcla y cocimiento de agua tratada y azúcar durante 30 minutos. Una vez preparado el jarabe simple se lo filtra utilizando tierra diatomea. Luego el jarabe se enfría con un intercambiador de calor y su temperatura es disminuida hasta los 20 grados Celsius.

2.1.1.2. Preparación del jarabe terminado

Luego de la filtración del jarabe simple, se le agrega agua tratada, acidulantes y preservantes de acuerdo con el sabor de la bebida a preparar. Luego se procede a la agitación de la mezcla para obtener el jarabe terminado.

2.1.1.3. Carbonatación

La operación de carbonatación de la bebida se efectúa en un equipo llamado Carbocooler, este proceso se hace en la llenadora de bebidas. El Carbocooler dosifica agua tratada y jarabe terminado según la formulación de la bebida a elaborar, luego pasa por un sistema de enfriamiento e inyección de CO₂. La bebida preparada pasa a la llenadora de botellas para ser envasada.

Figura 3. **Carbocooler**



Fuente: empresa de bebidas carbonatadas.

2.1.1.4. Envasado

El envasado de botellas de vidrio es un proceso que requiere de distintos procesos, para lograr el envasado de las bebidas carbonatadas en recipientes de vidrio. Estos procesos se efectúan en diferentes áreas de trabajo que requieren de distintas máquinas a cargo de los operadores de turno.

El equipo que se encuentra en las áreas de trabajo, requiere de una variedad de suministros energéticos tanto para transformar las materias primas, proporcionar movimiento a los elementos de máquina o bien trasladar las

fuerzas motrices hacia otros equipos, por medio de la combinación de mecanismos.

2.1.1.4.1. Despaletizado

Esta operación consta de una máquina la cual se encarga del desmontado de las cajillas que contienen botellas vacías, estas luego de ser desmontadas se colocan en el transporte que las dirige a la desempacadora. Asimismo, se cuenta con otra máquina la cual monta las cajillas con botellas llenas de producto terminado, las cuales son dirigidas a la bodega.

El funcionamiento del equipo comienza por medio de la alimentación de una plataforma, la cual va formando y estivando cada una de las camas de la tarima.

Por otra parte, la despaletizadora está encargada del desmontaje de las camas con las cajillas que contienen a los envases retornables. Cada cama que es desmontada de la paleta de envases, es situada en el transportador de cajillas vacías que las dirigen al área de desempacado de envase.

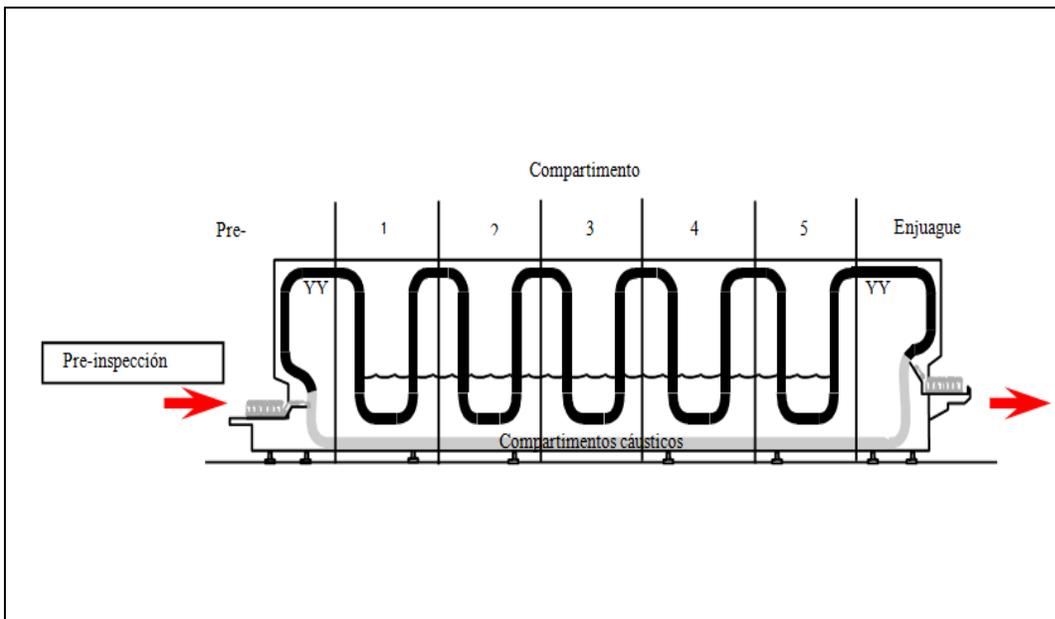
Estos equipos necesitan de distinta clase de suministros para poder operar, los cuales son:

- Energía eléctrica
- Presión de aire comprimido
- Aceite hidráulico

2.1.1.4.2. Lavado de botellas

Para el llenado de botellas de vidrio, estas deben ser lavadas previamente con el fin de asegurar la desinfección de las mismas. La desinfección de botellas se realiza por medio de una lavadora industrial compuesta por varias fases de inmersión en solución cáustica y distintas temperaturas en cada fase. El proceso de lavado comienza con la inmersión de las botellas en el tanque de preenjuague, después las botellas son remojadas en soluciones de soda cáustica con concentraciones y temperaturas variables, luego las botellas son inmersas en un tanque de enjuague final para luego pasar a la inspección de botellas.

Figura 4. Lavado de botella de vidrio



Fuente: empresa de bebidas carbonatadas.

2.1.1.4.3. Inspección de botellas

Se encarga de la revisión de la limpieza y el estado de las botellas; esto se refiere a la verificación de los fondos y boquillas de las botellas, si se encuentra algún defecto como quebraduras o suciedad dentro de la botella, la máquina encargada de la inspección desechará estas y las enviará de regreso al lavado o bien si las botellas presentan quebraduras las desechará.

El equipo consta de un conjunto de espejos que por medio de ángulos y reflexiones se revisa el estado de la botella, si la botella está mal lavada y presenta suciedad se envía de nuevo a la lavadora de botellas, de lo contrario si la botella es rechazada por quebraduras en la boquilla o mal estado de la botella, esta botella es desechada de la producción.

2.1.1.4.4. Llenado de botellas

Luego que las botellas han sido inspeccionadas el transporte las dirige hacia la llenadora, esta se encarga de introducir la bebida carbonatada a cada botella. Este equipo necesita de los siguientes suministros:

- Aire comprimido
- Energía eléctrica
- Aceite lubricante

2.1.1.4.5. Paletizado

Esta operación consta de una máquina la cual se encarga del montado de las cajillas. Esta máquina cuenta con un mecanismo que forma una “cama” de

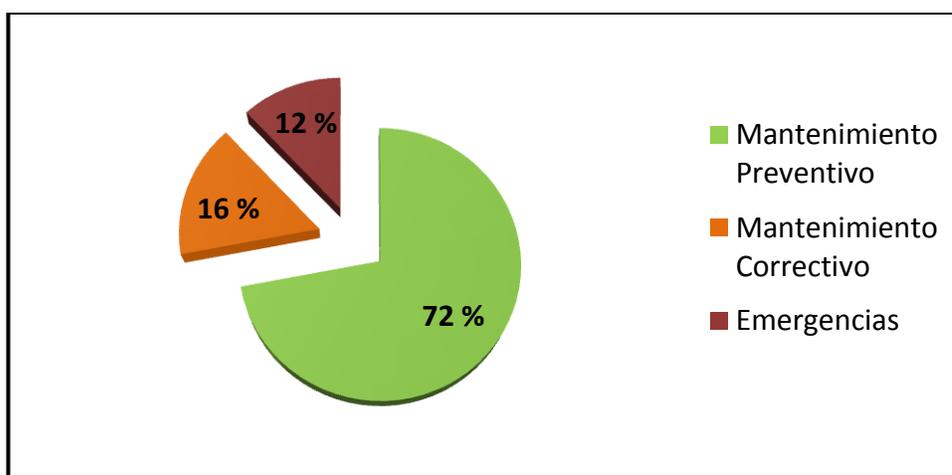
cajas, las apila y forma las tarimas de producto. Estas tarimas, son trasladadas a las bodegas de producto terminado.

2.1.1.5. Departamento de Mantenimiento

Se encarga de que los equipos instalados en la línea de producción funcionen de una manera óptima y segura. Utiliza planes de mantenimiento para que el equipo esté en buenas condiciones, en estos planes de mantenimiento se encuentran las lubricaciones de equipos, cambio de piezas, etc.

El Departamento de Mantenimiento cuenta con varias categorías para clasificar el tipo de mantenimiento prestado a los equipos de las líneas producción. La clasificación de las órdenes de mantenimiento se da por medio de las características que presente el mantenimiento prestado.

Figura 5. **Porcentaje de atención de mantenimiento anual**



Fuente: elaboración propia. Microsoft Excel 2010.

2.1.1.5.1. Mantenimiento emergente

Se le denomina así al mantenimiento no planeado, que ocurre sin aviso previo y detiene el proceso de producción. Este mantenimiento es el principal causante de paros de producción, por lo que es conveniente la eliminación o disminución de su frecuencia.

2.1.1.5.2. Mantenimiento preventivo

Este mantenimiento es planeado, se utiliza la información de los operadores los cuales indican que algún equipo presenta una falla y que es conveniente el cambio de alguna pieza.

2.1.1.5.3. Mantenimiento predictivo

Utiliza la información proporcionada por los proveedores, en las que se indica las horas útiles de cada una de las piezas compradas, con esto se pretende el cambio de las piezas antes que estas fallen y provoquen accidentes o paros en la producción.

2.2. Insumos y consumos que intervienen en el envasado en vidrio

El envasado de bebidas en vidrio, requiere de varios materiales para la elaboración de bebidas y la transformación de materias primas en producto terminado. Asimismo, el embotellado de bebidas, como todo proceso, requiere del suministro de diferentes tipos de energía; esta es indispensable para realizar los movimientos motrices de los elementos en los equipos de envasado.

Los materiales considerados como materias primas son indispensables en el proceso, ya que se requiere de ellos para cumplir con las especificaciones del producto. Estos materiales requieren de tratamientos para transformarlos en elementos útiles para la producción.

La energía requerida en los equipos es indispensable para las operaciones en el proceso, ya que con la ayuda de este insumo y la combinación de materias primas, se llega al producto terminado cumpliendo con las especificaciones de calidad del mismo.

2.2.1. Materias primas

Las materias primas que se emplean en la elaboración de bebidas carbonatadas además del agua tratada, son:

- Azúcar: juega un papel importante en el embotellado en vidrio, es una de las materias primas más significativas en el proceso. El costo y uso de ella impacta en gran manera el costo de producción.
- Gas carbónico: importante para el alargamiento del tiempo de vida de la bebida, además de darle la textura característica a las bebidas carbonatadas. Es necesario que la bebida se encuentre a una temperatura específica, para que el gas pueda ser impregnado en la bebida.
- Concentrados y saborizantes: este insumo otorga el sabor a cada bebida carbonatada producida en la fábrica, el costo de este insumo es sumamente alto, por lo que es necesario el seguimiento y control del consumo y uso.

La cantidad utilizada de estos insumos depende de la bebida a producir.

Tabla I. **Consumos en toneladas de azúcar y dióxido de carbono**

Materia prima	Año			
	2009	2010	2011	2012
Consumo de azúcar	4 019	4 341	5 090	6 137
Consumo de CO₂	398	433	476	572

Fuente: empresa de bebidas carbonatadas.

2.2.2. Agua

El agua en la industria de bebidas carbonatadas es utilizada para diferentes operaciones en el proceso.

Una parte del total del consumo de agua se utiliza en los lavadores de manos y duchas, que están destinadas para la higiene personal de los colaboradores. Asimismo, se utiliza el agua en los sanitarios para cubrir las necesidades fisiológicas de los trabajadores.

Para la operación de intercambio de calor se utiliza este vital líquido en sus distintos estados. Por ejemplo, para elevar la temperatura de las soluciones cáusticas dentro de la lavadora se utiliza vapor de agua, este se transporta por medio de serpentines dentro de la lavadora y con eso se logra el calentamiento de la solución. De igual manera se utiliza el agua en estado líquido para la transferencia de calor con el jarabe terminado, ya que este debe ir a bajas temperaturas para que el CO₂ sea capaz de impregnarse en la bebida.

Para la producción de bebidas carbonatadas, el agua es un material esencial. El agua cruda es trasladada por equipos destinados a otorgarle las características deseadas, para que pueda ser mezclada con el jarabe terminado.

Además de los procesos citados anteriormente, el agua también es utilizado como agente de limpieza, junto con solutos detergentes se utilizan para la limpieza de los lugares de trabajo y los equipos de trabajo.

2.2.2.1. Tipos de agua utilizados

El envasado de bebidas es un proceso en donde el agua es un material crítico y fundamental, ya que es el material que constituye el producto final, además de ser utilizada en distintas operaciones del proceso que ayudan a la transformación de los demás materiales. Asimismo, también es utilizada en lugares destinados a la higiene personal de los trabajadores y sanitización de los equipos y máquinas. Dependiendo para que operación será utilizada el agua se envía a equipos para tratamiento de agua, el agua pasa diferentes etapas de tratamiento de acuerdo al uso final que tendrá. Los diferentes tipos de agua utilizados en el envasado en vidrio son:

2.2.2.1.1. Agua suave

El agua suave es el agua que tiene de poco a ningunos minerales, contenidos dentro del líquido. Su desempeño en las lavadoras industriales es muy bueno, ya que la mezcla con detergentes y jabones dan un buen funcionamiento, además este tipo de agua no crea incrustaciones creadas por la cristalización de los minerales.

El ablandado del agua consiste en la extracción de la cal del agua y ofrece muchas ventajas. El agua blanda protege a los aparatos y a las tuberías que atraviesa. Evita la calcificación de las instalaciones, sobre todo de aquellas destinadas al agua caliente. El ablandamiento del agua consiste en la eliminación de los cationes responsables de la dureza del agua, normalmente calcio y magnesio. Para esto, el agua clorada es sometida a un intercambio iónico con resinas catiónicas.

2.2.2.1.2. Agua cruda

El agua cruda es el agua tal como se encuentra en las fuentes, en estado natural, sin tratamiento. Se pueden identificar como fuentes de "agua cruda" a los cursos superficiales o subterráneos, entre ellos, los ríos, arroyos, lagos, lagunas y acuíferos. El agua cruda contiene minerales que le proporcionan "dureza" al agua. La dureza del agua se define como la concentración de todos los cationes metálicos no alcalinos presentes y se expresa en equivalentes de carbonato de calcio, para obtener un parámetro significativo en la calidad del agua.

El agua cruda puede causar daños en los equipos debido a la concentración de sus minerales, por esto, se trata el agua por medio de un proceso en el que se elimina la concentración de estos minerales, con la adición de elementos que reaccionan con las impurezas del agua y luego son eliminadas por medio de filtraciones.

2.2.2.1.3. Agua tratada

El agua extraída del subsuelo pasa a un sistema de tratamiento de agua, el cual se encarga de eliminar o disminuir los elementos y minerales no deseados en esta agua, que luego pasará a los distintos equipos a ejercer una función específica.

El agua tratada esencialmente es utilizada para el consumo del ser humano (agua potable) pero para el uso industrial, esta agua potable contiene aún muchos minerales que hacen dura al agua, por ello se utilizan sistemas mecánicos en los cuales se eliminan estos minerales, ya que dañan los equipos debido a las incrustaciones que se forman en ellas.

Para obtener el agua tratada existe un proceso denominado Osmosis Inversa, este consiste en el paso de agua cruda por distintas etapas en las cuales sus propiedades van cambiando. Este proceso consiste en una membrana semipermeable para el agua, no así para los solutos, estos quedan atrapados en la membrana del equipo.

La clave está en la constitución del fajo de membranas, que intercalan redes y canales de circulación entre capa y capa y finalmente convergen en el centro del sistema. Como hay un flujo de entrada y dos flujos de salida, a uno se le conoce como rechazo salino y al otro como flujo de permeado, y sus valores dependerán de la presión de entrada impuesta al sistema.

Primero se procede con un proceso denominado flucoación y precipitado de compuestos orgánicos.

Para realizar este proceso, el agua pasa por una serie de filtros, los cuales son:

- Filtro de arena: cumple la función de retener las partículas que están en el agua.
- Filtro de carbón activado: retiene las sustancias de naturaleza gaseosa presentes en el agua.
- Filtros pulidores: estos retienen todas las partículas que no hayan sido eliminadas.

2.2.3. Energía utilizada en el envasado de bebidas

La empresa de bebidas carbonatadas utiliza variedad de energías comerciales, aunque principalmente es usuaria de energía eléctrica y la extraída de la combustión de los derivados del petróleo.

La eficiencia energética de la Embotelladora puede aumentar de manera radical sin afectar los procesos industriales, ya que estos ofrecen distintas posibilidades de ahorros en lo que respecta energía.

Por esto se analizan cuidadosamente los procesos que involucran consumos energéticos, para detectar áreas de oportunidad para el ahorro.

2.2.3.1. Energía eléctrica

Los diferentes motores en la línea de producción poseen variación en las potencias utilizadas por cada uno de ellos, es por ello que se necesita de esta información para obtener el consumo energético de los motores encargados del

transporte de producto, y con ello obtener indicadores ambientales para la medición de la energía eléctrica necesaria dentro del proceso.

La energía frigorífica es utilizada en el proceso para la extracción de calor a los fluidos y líquidos a embotellar, esto se hace con el fin de aplicar el CO₂ a la bebida. El principal componente en el proceso de refrigeración es el amoníaco. Este componente sufre cambios físicos durante el proceso, que por medio de intercambiadores de calor por contacto, el amoníaco absorbe el calor de bebida y transforma su composición física, se transforma de líquido a gaseoso debido al cambio de temperatura.

La energía neumática es generada por el aire comprimido, esta es generada por compresores de aire, los cuales necesitan de energía eléctrica para comprimir el aire. El aire comprimido es vital para la industria de envasado, por lo que es de suma importancia poseer un sistema de aire comprimido confiable y eficiente.

2.2.3.2. Energía térmica

Es la forma de energía que interviene en los fenómenos caloríficos. Cuando dos cuerpos a diferentes temperaturas se ponen en contacto, el caliente comunica energía al frío; el tipo de energía que se cede de un cuerpo a otro como consecuencia de una diferencia de temperaturas es precisamente la energía térmica.

El calor representa la cantidad de energía que un cuerpo transfiere a otro, como consecuencia de una diferencia de temperatura entre ambos. El tipo de energía que se pone en juego en los fenómenos caloríficos se denomina

energía térmica. El carácter energético del calor lleva consigo la posibilidad de transformarlo en trabajo mecánico.

La transferencia de calor en la industria de bebidas es importante en el proceso, y esta se hace por medio del vapor. El principal equipo para la producción de vapor es la caldera:

- Caldera: la caldera es el dispositivo utilizado en la embotelladora para la generación de vapor, los suministros utilizados para la generación de vapor a través de la caldera es el bunker, agua suave, energía eléctrica, aire comprimido y combustible. La caldera es un elemento importante en la industria embotelladora, ya que por medio de la combustión de aceites carburantes y el intercambio de calor de este, con el agua contenida en la misma genera vapor.
- Combustible: la caldera actualmente opera con combustible fuel oil #6, este es un combustible residual que se obtiene por medio de la destilación y refinación de hidrocarburos del residual de otro combustible. Este combustible generalmente tiene un precio bajo (por ser residual). El bunker contiene una presencia importante de asfaltenos, estos hacen indispensable su atomización para encenderlo. Los asfaltenos dan la característica principal al bunker de su viscosidad. Para atomizar el bunker es necesario un precalentamiento del mismo, el bunker puede tener ignición sin necesidad de ser atomizado y precalentado, pero la importancia de la generación de humos no tan contaminantes obliga por condiciones medioambientales, a realizar el proceso de precalentamiento y atomización.

- Vapor: el vapor es un servicio importante en el envasado de botellas, se utiliza para proporcionar energía térmica a los procesos de transformación de materias primas, lavado y sanitización de equipos y botellas. Es por esto que se necesita de un sistema controlable y medible para lograr la mayor eficiencia energética posible en el proceso. La distribución adecuada y el control del consumo tendrán un gran impacto en la eficiencia energética, este fenómeno se verá reflejado en los costos de producción de vapor, y en consecuencia, la competitividad de la empresa aumentará.

El vapor es utilizado principalmente en la lavadora industrial de botellas que contiene distintos tanques de preenjuague y lavado, que posee soluciones cáusticas a distintas temperaturas, estas temperaturas son logradas gracias a tuberías dentro de la lavadora, estas tuberías son denominadas serpentines de vapor, las cuales transportan el vapor que realiza un intercambio de calor con la solución cáustica elevando así su temperatura.

La lavadora de botellas de vidrio no cuenta con un contador de vapor, con el cual se podría llegar a conocer la cantidad exacta de esta sustancia necesaria en los serpentines de vapor, para alcanzar las diferentes temperaturas deseadas en cada uno de los tanques de inmersión. Debido a la ausencia de este contador, el consumo de vapor será determinado teóricamente por medio de las Leyes Termodinámicas, obteniendo un dato teórico sobre el caudal requerido en la lavadora industrial de botellas.

2.2.4. Control de contaminación en el envasado de bebidas en vidrio

La rápida industrialización y nuevas tecnologías han dado lugar a la contaminación de los recursos naturales; atmosféricos, terrestres y acuáticos. Esta contaminación se da por agentes contaminantes tóxicos que amenazan el bienestar humano y los ecosistemas, que como única consecuencia traen graves riesgos para la vida tanto humana como animal y vegetal.

Para controlar la contaminación en la línea de producción de bebidas embotelladas en vidrio es necesario el conocimiento de distintos conceptos, los que se describen a continuación.

2.2.4.1. Contaminación

La contaminación es un cambio desfavorable en las características físicas, químicas o biológicas del aire, del agua o de la tierra, que es potencialmente peligrosa para la vida humana, especies deseables, procesos industriales, para las condiciones de vivienda, o desperdicie los recursos que se utilizan como materias primas.

Por su consistencia, los contaminantes se clasifican en sólidos, líquidos y gaseosos. Se descartan los generados por procesos naturales, ya que por definición, no contaminan.

Los agentes sólidos están constituidos por la basura en sus diversas presentaciones. Provocan contaminación del suelo, del aire y del agua. Del suelo porque produce microorganismos y animales dañinos; del aire porque

produce mal olor y gases tóxicos, y del agua porque la ensucia y no puede utilizarse.

Los agentes líquidos incluyen las aguas negras, los desechos industriales, los derrames de combustibles derivados del petróleo, los cuales dañan básicamente el agua de ríos, lagos, mares y océanos, y con ello provocan la muerte de diversas especies.

Los agentes gaseosos incluyen la combustión del petróleo (óxido de nitrógeno y azufre) y la quema de combustibles como la gasolina (que libera monóxido de carbono), la basura y los desechos de plantas y animales.

Para contrarrestar estos efectos negativos de los residuos de los procesos industriales se han creado distintos métodos para la eliminación o mitigación de la contaminación.

2.2.4.2. Tratamiento al final del tubo

El tratamiento al final del tubo radica en el control de la contaminación, que tiene como objetivo disminuir los efectos negativos tanto en los ecosistemas como para la sociedad humana, que son causados por el desecho de los residuos de los procesos de producción.

El control de la contaminación consiste en la instalación de sistemas de tratamiento basado en tecnologías de punta o bien tradicionales. Los métodos que utilizan tecnologías de punta requieren poco espacio, pero son de alto costo tanto en adquisición como su operación. En cambio las tecnologías tradicionales son de bajo costo, pero estas requieren de un espacio amplio para desarrollar sus actividades.

2.2.4.3. Reciclaje interno

Los desechos que causa la transformación de materias primas pueden ser reutilizados en otro proceso, cuando el reciclaje se practica en el ámbito de las operaciones que genera el residuo, se denomina reciclaje interno.

Actualmente las operaciones de envasado presentan áreas de oportunidad en las que se puede trabajar con este reciclaje, ya que estos procesos requieren de materiales que pueden ser reutilizados en otra operación del mismo proceso. Por ello es conveniente localizar estas áreas y determinar el alcance que tiene cada una.

2.2.4.4. Reciclaje externo

Algunos residuos de producción no pueden ser reutilizados en el proceso de envasado, por lo que se recurre a la búsqueda de opciones para el reciclaje en otro proceso o bien fuera de las instalaciones.

El reciclaje externo se refiere a la reutilización de residuos en el proceso u operación distinta al que lo generó, esta puede ser fuera o dentro de la empresa. Como muchos productos el empaque es el insumo que representa un mayor costo en la producción, por lo que es conveniente el aprovechamiento de estos al máximo. El vidrio es un producto reciclable por lo que se puede utilizar las botellas de vidrio en mal estado o rechazadas, para el reciclaje de las mismas.

2.2.4.5. Aguas residuales

En el proceso de embotellado en vidrio existen varios causes, los cuales transportan aguas residuales, estas contienen soluciones cáusticas y detergentes utilizados en la limpieza de las botellas, cajillas y lugares de trabajo. No existe un dimensionamiento de esta cantidad de agua, por lo que es conveniente la instalación de un contador o una estimación de la misma para encontrar áreas de oportunidad.

Lavado de botellas: este es un proceso importante para el control de la calidad del producto, ya que el lavado de las botellas impacta directamente en la inocuidad del producto. El proceso está a cargo de una lavadora industrial de botellas.

La lavadora es alimentada con botellas sucias por medio del transporte proveniente de la despaletizadora. Estas botellas son trasladadas a través de los cinco tanques de la lavadora, cada tanque contiene agua y detergentes industriales. El detergente utilizado en esta operación es la soda cáustica en escamas, este material ayuda a limpiar las botellas y desprender cualquier residuo además de eliminar bacterias y virus que contengan las botellas.

El proceso de lavado consta de cinco tiempos, que están dados por los tanques de sumersión que contiene la lavadora. Las botellas son transportadas por medio de un conjunto de componentes dentro de la lavadora; canjilones, cadenas, piñones y guías. Las botellas son trasladadas por los diferentes tanques que presentan distintas concentraciones de soda cáustica para ejecutar el lavado de botellas en los diferentes pasos.

2.2.4.6. Emisiones atmosféricas

Las principales emisiones atmosféricas se derivan de los humos desechados por la combustión de Bunker, en la caldera para la producción de energía térmica. Por ello es necesario realizar análisis para verificar la toxicidad de estos humos.

- **Análisis ORSAT:** es un análisis en el cual se determina la composición de los gases que se emiten a la atmósfera, como resultado de la combustión en la caldera. La medición trata de un análisis volumétrico de una mezcla de gases a temperatura y presión conocidas. Mediante el análisis ORSAT es posible determinar el análisis de determinados productos de la combustión. A partir de estos análisis se puede calcular la relación entre aire-combustible y el grado de efectividad de la combustión.

2.3. Diagrama de operaciones del proceso

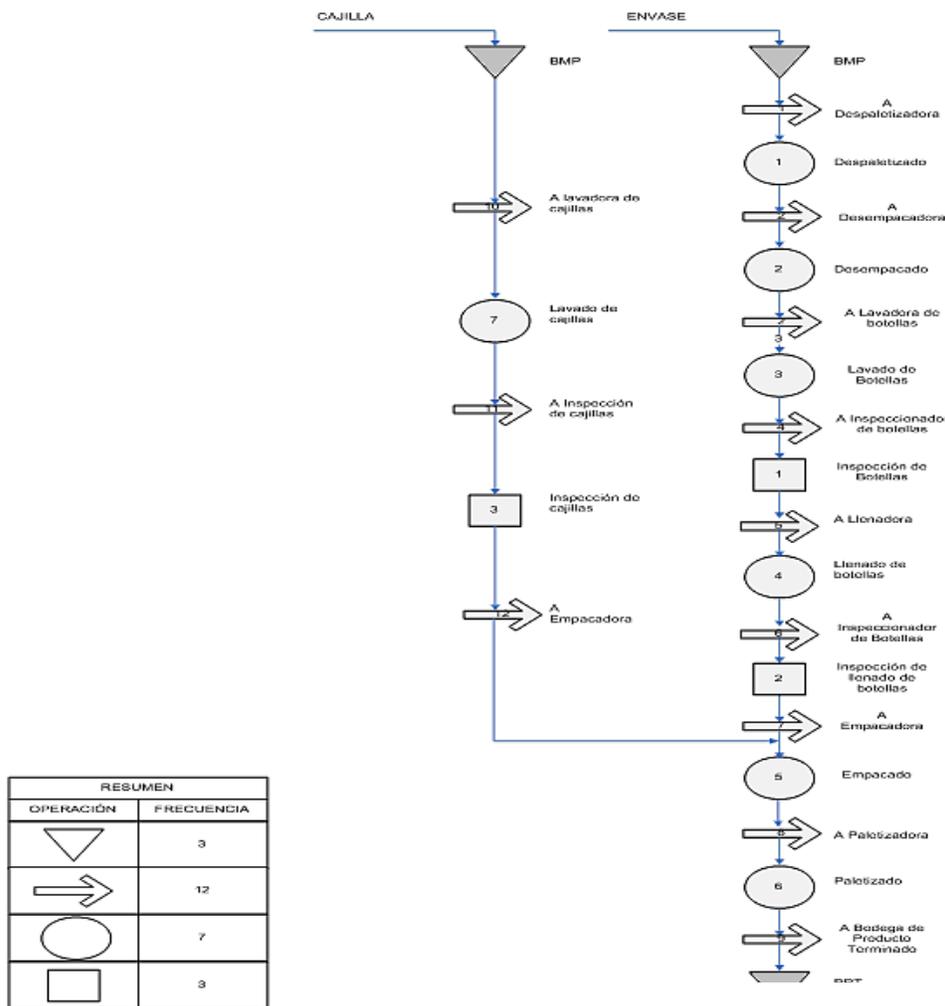
Para lograr la buena ejecución del proceso de envasado, requiere de varias operaciones que están integradas y conectadas entre sí. Para visualizar el proceso se muestra un diagrama en el cual da otra vista de las operaciones, con este diagrama se pueden observar las operaciones que realiza un diagrama de proceso el cual se detalla a continuación

2.4. Diagrama de flujo del proceso

A continuación se presenta el diagrama del proceso de envasado.

Figura 6. Diagrama de proceso

Diagrama de Flujo de Línea de vidrio	Versión No. 1	Diagrama de Flujo de Proceso
	Página 1-1	
Elabora: Juan Castañeda	Revisa: Jefe de Planta Fecha: agosto 2014	Autoriza: Gerente de Planta

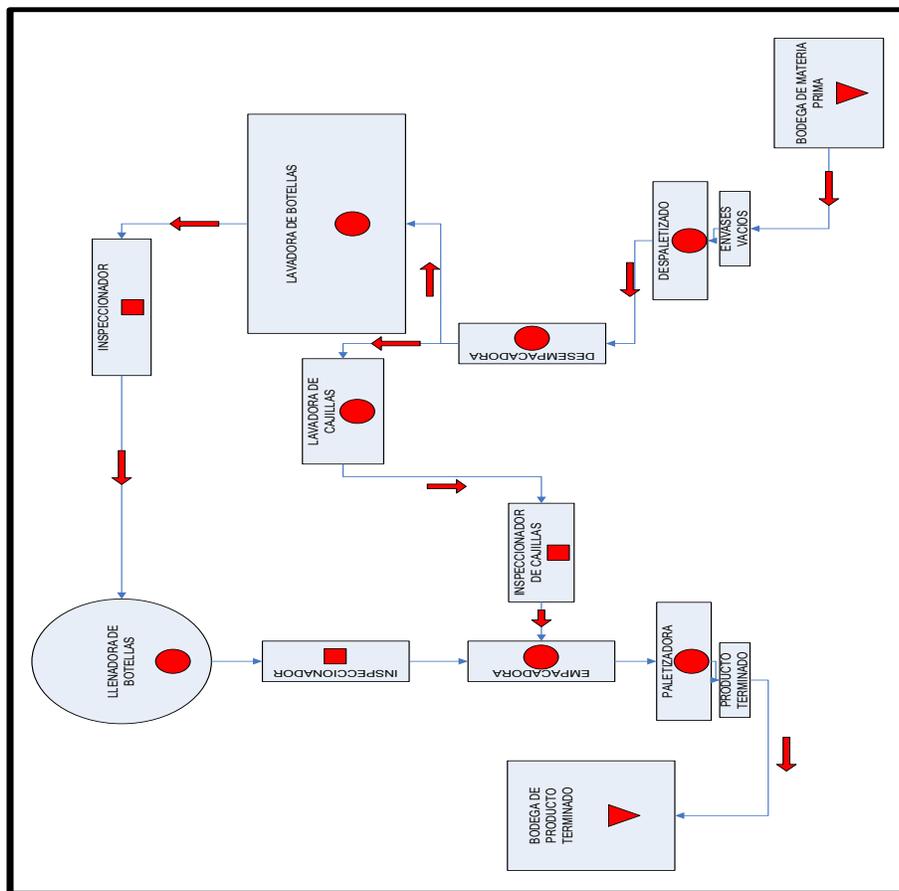


Fuente: elaboración propia.

2.5. Diagrama de recorrido del proceso

A continuación se presenta el diagrama de recorrido del proceso de envasado:

Figura 7. Diagrama de recorrido



Fuente: elaboración propia. Microsoft Visio 2010.

3. PROPUESTA DEL MODELO A IMPLEMENTAR

3.1. Medidas de producción más limpia aplicables al proceso de envasado en vidrio de bebidas carbonatadas

El envasado en vidrio contiene procesos en los que las medidas de PML son aplicables de una manera muy amplia. Estas medidas ayudarán a disminuir las emisiones y descargas en el origen, con esto se reducen los riesgos de contaminación a los afluentes y a la salud humana, al igual que los daños al ambiente. Las medidas de producción más limpia aplicables para el envasado en vidrio se detallan a continuación:

3.1.1. Reciclaje del vidrio

El reciclaje de vidrio contiene una serie de procedimientos que van desde la selección, clasificación y entrega a fábricas de reciclaje; de los insumos relacionados con el vidrio. Para el proceso de envasado se tiene el material de empaque (botellas de vidrio). Este material se debe colocar en un área destinada para su clasificación y posteriormente ser enviada un centro de reciclaje, fábricas de recicladoras de vidrio.

3.1.1.1. Selección de botellas para el reciclaje

Las botellas utilizadas en la producción pasan por un proceso de observación, en el que las botellas que no cumplan con las normas de calidad del proceso son separadas y excluidas de la línea de producción, esto se hace

con el fin de no llenar estas botellas y evitar futuros problemas de calidad por productos terminados que estén fuera de normas de calidad.

3.1.1.2. Botellas fuera de norma de calidad

Existe una normativa de calidad con la que se excluyen todas las botellas que no cumplan con los requerimientos mínimos del envase. Las botellas que tienen algún desperfecto como los que se detallan a continuación, serán separadas y clasificadas para proceder con la clasificación de las mismas. Se seleccionarán las botellas que no cumplan con las normas mínimas de calidad. Se recomienda almacenar estas botellas y clasificarlas para luego ser enviadas al proceso de reciclaje.

3.1.1.3. Botellas quebradas en el proceso

Toda botella que sufra alguna ruptura en alguna parte de su estructura, durante el proceso de envasado, será catalogada como botella quebrada. Los restos de las botellas serán recaudadas y almacenadas temporalmente en un recipiente destinado a este fin.

3.1.1.3.1. Botellas quebradas en el transporte

El transporte en la línea de producción juega un papel importante en el proceso de envasado, tanto para trasladar las botellas vacías desde el despaletizado de envases hacia la lavadora de botellas y posteriormente hacia la llenadora, así como el transporte de botellas llenas desde la llenadora hacia la paletizadora. En esta parte del proceso ocurre un fenómeno en el cual se

quiebran las botellas (llenas y vacías), esto ocurre al choque de las botellas entre sí y con las bandas transportadoras.

3.1.1.3.2. Botellas quebradas en la llenadora

La llenadora consta de una serie de mecanismos, estos se combinan y trabajan conjuntamente para llenar cada botella al nivel requerido. En la rotación de la llenadora, el transportador de las botellas no encaja con el engranaje maestro de la llenadora, esto ocasiona daños en las botellas y la mayoría de las veces las quiebra.

3.1.1.3.3. Botellas quebradas en la despaletizadora

La operación de despaletizado lleva a una alta ruptura de envases por deficiencias en el equipo. Se recomienda el ajuste adecuado en el equipo y almacenamiento de todo envase roto en ese proceso.

3.1.1.4. Proceso de reciclaje para el vidrio

El almacenamiento de los residuos de envases quebrados, debe ser en un recipiente debidamente identificado y de fácil transporte. Con esto se evitarán accidentes debido al mal manejo y se tendrá contabilizado (por medio del pesaje) la cantidad de material enviado a la empresa encargada del reciclaje. Además de esto, se recomienda quebrar los envases que no cumplan con la normativa mínima de calidad e introducirlos en el mismo recipiente de envío.

3.1.2. Medidas relativas al uso del agua

Como consecuencia del alto uso del agua en las operaciones de limpieza, sanitizado y lavado de botellas retornables, se propone un control y seguimiento del consumo de agua en cada proceso. Se establece un consumo estándar para cada operación, basada en el histórico, y con la búsqueda de controlar y disminuir el consumo de agua por medio de un indicador de consumo.

3.1.2.1. Optimización del agua en operaciones de limpieza

La operación de limpieza en las líneas de producción se refiere al mantenimiento de un lugar de trabajo limpio, libre de contaminantes. Para lograr esto es necesario el consumo de agua y jabones, que con la ayuda de una manguera de alta presión, se remueven todos los residuos del suelo.

Se recomienda el cambio de la manguera por una pala para el levantamiento de sólidos y una cubeta con agua y jabón, para la limpieza de líquidos residuales.

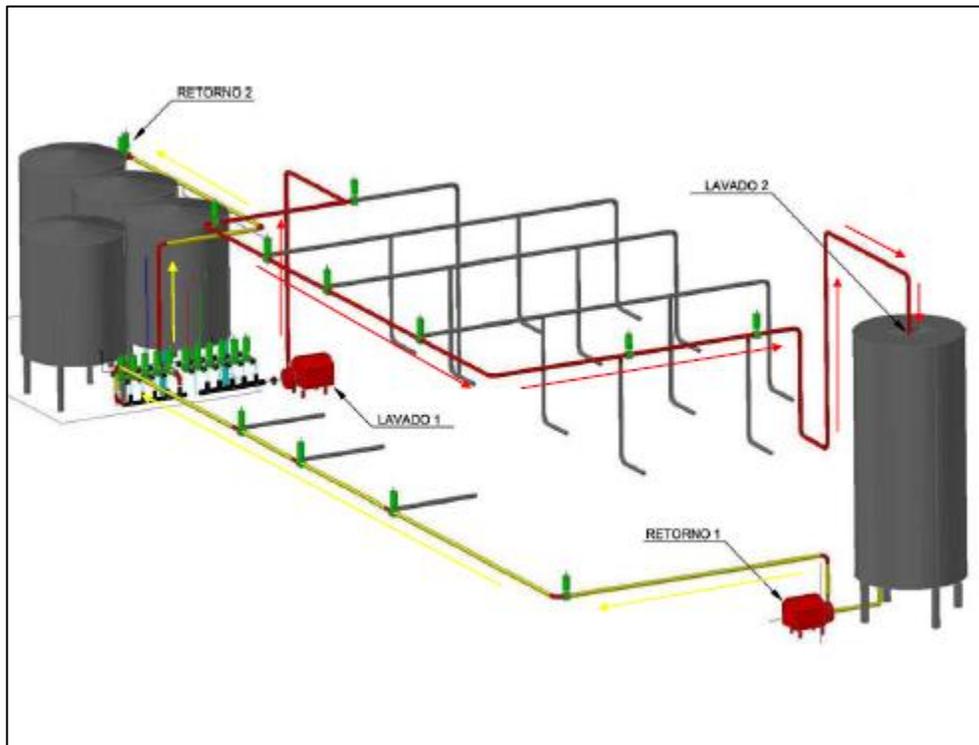
3.1.2.2. Optimización del agua en operaciones de sanitizado

En esta operación se consume tanto agua como vapor. Por ello se recomienda una programación con objetivo en la disminución de estos sanitizados. El tiempo estimado de sanitización depende del sabor que esté en producción y el sabor que se va a producir, después de concluir la producción que se está corriendo.

El proceso de sanitizado se hace por medio de un proceso CIP (Clean In Place), previo al lavado se debe verificar que los estanques de CIP, tengan un volumen mínimo equivalente al 60 %, de su volumen.

- Verificar para cada estanque que la concentración de las soluciones esté dentro de los rangos preestablecidos:
 - Soda entre 1,5 y 2 % de concentración
 - Ácido nítrico 1 %, como concentración mínima
 - Ácido peracético 0,2 % como concentración mínima
- Verificar que la temperatura del estanque de soda sea por lo menos 40 grados Celsius.
- Verificar que la red de agua caliente esté a una temperatura mínima de 65 grados Celsius.
- Chequear que el estanque fermentador a lavar, no tenga restos de productos.
- Chequear que el conjunto de válvulas estén cerradas correctamente para todos los estanques.
- Verificar que las válvulas del estanque que se desea lavar y enjuagar, se encuentren abiertas para permitir la eliminación de los elementos del lavado y enjuague.

Figura 8. **Proceso de sanitizado**



Fuente: elaboración propia. AutoCAD 2010.

3.1.2.3. **Optimización del agua en el lavado de botellas**

El lavado de botellas es un proceso fundamental para el mantenimiento de la calidad en los productos terminados. El proceso consta de un equipo designado exclusivamente al lavado de botellas. Esta lavadora industrial de botellas consta de 4 tanques, que contienen agua a diferentes temperaturas y soda cáustica a distintas concentraciones. Estos tanques operan exclusivamente para desprender la suciedad y sanitizar el envase. Por último, la

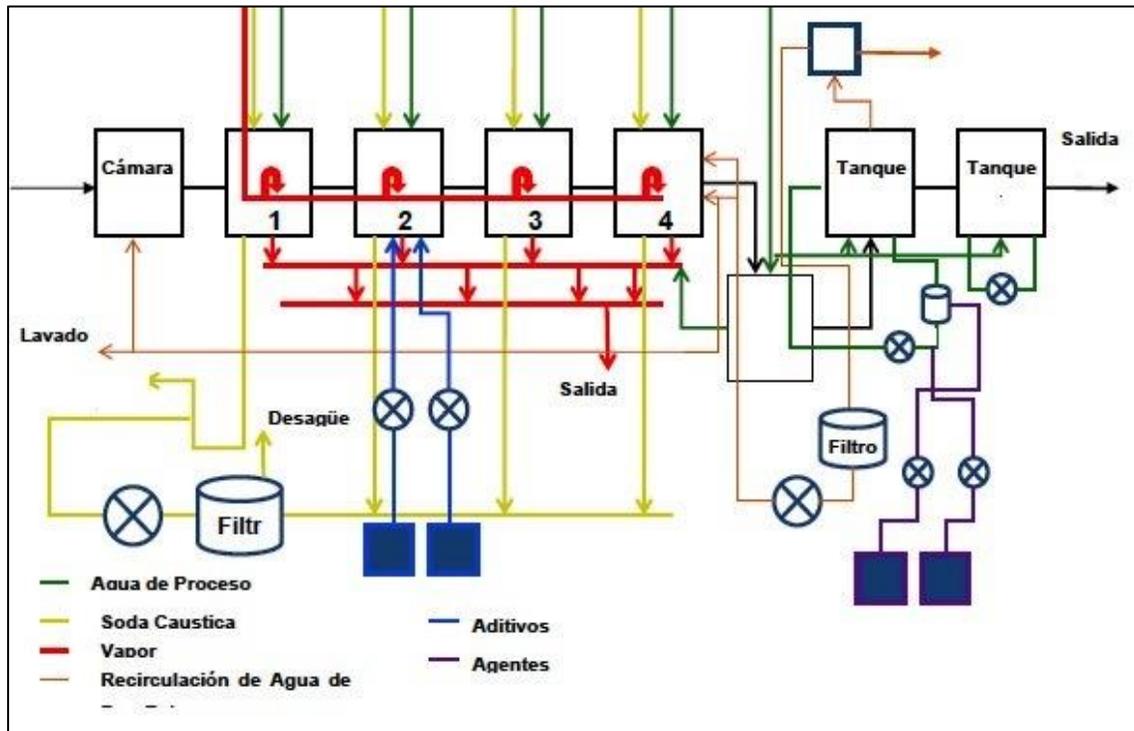
lavadora consta de un tanque designado para el enjuague, este únicamente contiene agua tratada.

- Componentes del detergente:
 - Soda cáustica: usada para esterilizar, aflojar y eliminar el sucio.
 - Gluconato de sodio: se usa para reducir la formación de costra en la sección de la lavadora donde se usa el detergente.
 - Carbonato de sodio: se usa para ayudar al escurrimiento del detergente en la botella.

- Descripción del proceso de lavado de botellas: la lavadora de botellas toma las botellas sucias regresadas del mercado y las somete a un prelavado, con agua y soda cáustica a mínimas concentraciones, períodos de inmersión en soda cáustica caliente y una serie de lavados interiores y exteriores con agua suave, para enviar una botella limpia y sanitaria al transportador que alimenta la llenadora.

Controlando la concentración cáustica y la temperatura de la solución, se optimizan la limpieza y la condición sanitaria de la botella. Las concentraciones y temperaturas cáusticas para cada compartimiento son especificadas por el fabricante de la lavadora. Para el vidrio, al menos uno de sus tanques contendrá una concentración cáustica de 3,5 % con una temperatura de 66 °C (150 °F), mientras que la lavadora garantice un tiempo de inmersión de 7,5 minutos.

Figura 9. Lavado de botellas



Fuente: elaboración propia. AutoCAD 2010.

3.1.3. Medidas relativas al uso de la energía eléctrica

Tiene diversas acepciones relacionadas con la idea de una capacidad para obrar o transformar, se define como la capacidad para realizar un trabajo, para extraerla, transformarla y darle uso industrial o económico.

3.1.3.1. Controlar la máxima demanda de potencia

Es muy importante el control de la demanda de potencia. La Comisión Nacional de Energía Eléctrica establece reglamentos de consumo en horarios denominados horas pico. El horario contemplado como hora pico comprende desde las 18:00 a 22:00 horas.

Este horario fue establecido debido a la alta demanda de energía que presentan las generadoras en ese horario. Las industrias que sobrepasen el consumo pactado durante este horario, caen en una multa por alta demanda de potencia.

3.1.3.2. Mejorar la eficiencia de equipos frigoríficos

Para mejorar la eficiencia de los equipos frigoríficos, se debe prestar atención a los procesos de mantenimiento, dado que las causas principales de que la eficiencia disminuya, son:

- La falta de limpieza de las superficies de intercambio de calor, lo que reduce la transferencia de energía.
- Presencia de capas de hielo en las superficies de intercambio, debido a que las bajas temperaturas en la salida de los evaporadores, reduce la capacidad de transferencia.
- El mal estado de los intercambiadores de calor. Verificar el estado del equipo y revisar que no hayan fugas de refrigerante.

Para solucionar estos inconvenientes y mejorará la eficiencia se recomienda:

- Realizar mantenimientos preventivos al sistema de frío, especialmente a los intercambiadores de calor. Estos deben incluirse en el plan de mantenimiento de los equipos.
- Para descongelar las superficies de intercambio, utilizar las resistencias instaladas de fábrica que ya posee el equipo.
- Realizar rutas de inspección en toda la red de refrigeración. Se deben revisar fugas de refrigerante y funcionamiento de todas las máquinas que comprenden el sistema.

Los beneficios al tomar en cuenta las recomendaciones mencionadas son:

- Se reduce el consumo de energía.
- Se generan ahorros en la facturación por concepto de consumo de energía eléctrica.
- Mayor confiabilidad en el desempeño del equipo.

3.1.3.3. Determinar el consumo de aire comprimido

El caudal requerido para mantener el sistema de contra presión es variable, sin embargo, se puede tomar como base el volumen de los envases a los cuales se les está aplicando presión. Tomando como base el envase de 320 ml. Y como velocidad promedio de las llenadoras, 300 envases por minuto, se tendría lo siguiente:

- Volumen del envase: 320 ml. o cc.
- Núm. de envases por minuto (promedio): 300

- Núm. de líneas de llenado: 5
- Q litros/minuto = $320 \times 300 \times 5 / 1000 = 480$ Litros/ minuto

Aplicando el factor de corrección por disminución del volumen

$$F = \frac{P \text{ trabajo} + P \text{ atm}}{P \text{ atm}}$$

$$F = \frac{100 + 14,7}{14,7} = 7,80$$

p trabajo= presión de trabajo

p atmosférica= presión atmosférica

$$Q_{\text{requerido}} = Q_{l/m} * F$$

$$Q = 480 \text{ l/min} \times 7,80 = 3744 \text{ l/min} = 3,744 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$Q_{\text{cfm}} = 3,744 \text{ m}^3/\text{min} \times 35,28 \text{ ft}^3/\text{m}^3 = 132,08 \text{ ft}^3/\text{min} \text{ o cfm} (224,64 \text{ m}^3/\text{hr})$$

El compresor de aire es el componente del equipo que va a aspirar y comprimir el aire hasta la presión deseada, por lo que se debe escoger cuidadosamente entre los diversos tipos que se pueden obtener. Los parámetros en que se debe basar la selección son:

- Horas diarias de uso: 24
- Calidad de aire que se desea obtener del compresor: libre de aceite
- Caudal que se desea que produzca: 200 cfm. (340,13 m³/hr)

Según el cálculo de caudal indica 132 cfm (224 m³/hr), pero tomando en cuenta las pérdidas por altura de la capital de Guatemala y prever una ampliación de la planta, se tiene que tener un margen aceptable de capacidad.

Basándose en los parámetros anteriores, el compresor más indicado es el llamado tipo tornillo libre de aceite u oil free con motor de 50 Hp (37,5 kw), que tiene las características siguientes:

Tabla II. **Especificaciones del compresor**

Potencia	50 hp (37.5 Kw.)
Tipo	Tornillo rotativo Libre de aceite (oil Free)
Capacidad teórica	200 cfm (340,13 m ³ /hr)
Capacidad real a la altura de Ciudad de Guatemala	178 cfm (302,7 m ³ /hr)
Voltaje	460 voltios
Tipo de arranque	Estrella delta
Tipo de control	Electrónico

Fuente: elaboración propia.

3.1.4. Medidas relativas al uso de energía térmica

En la elaboración de bebidas carbonatadas, las tuberías de vapor, tubería de retorno, tanques, que están instalados para el proceso de producción debe de contar con un aislamiento, para evitar pérdidas de energía por radiación y convección.

Para lo cual las tuberías deben aislarse con lana de vidrio y colocar chapas de latón encima del material aislante.

A continuación en la tabla, se describen las pérdidas de energía en tuberías de hierro galvanizado de diferentes diámetros sin y con aislamiento de fibra de vidrio de 3 centímetros de espesor (temperatura del valor al interno 110 grados Celsius).

Tabla III. Pérdidas de energía en tuberías

Diámetro de la tubería [pulg]	Temperatura ambiente = 27.2 °C			Temperatura ambiente = 15.2 °C			Temperatura ambiente = 10.2 °C		
	Pérdidas sin aislar [kcal/h-m]	Pérdidas con aislamiento [kcal/h-m]	Reducción de pérdidas [%]	Pérdidas sin aislar [kcal/h-m]	Pérdidas con aislamiento [kcal/h-m]	Reducción de pérdidas [%]	Pérdidas sin aislar [kcal/h-m]	Pérdidas con aislamiento [kcal/h-m]	Reducción de pérdidas [%]
0.50	47.9	9.2	80.8%	56.0	10.6	81.1%	60	11.2	81.2%
0.75	68.9	11.2	83.7%	80.5	13.0	83.9%	85	13.6	84.1%
1.00	88.9	13.1	85.3%	103.7	15.0	85.5%	110	15.9	85.5%
1.25	108.8	14.9	86.3%	126.7	17.1	86.5%	134	18.1	86.5%
1.50	128.0	16.6	87.0%	149.0	19.1	87.2%	158	20.2	87.2%
1.75	147.3	18.4	87.5%	171.3	21.2	87.6%	181	22.3	87.7%
2.00	166.0	20.1	87.9%	192.9	23.1	88.0%	204	24.3	88.1%
2.25	184.8	21.7	88.3%	214.6	25.0	88.4%	227	26.4	88.4%
2.50	203.1	23.4	88.5%	235.8	27.0	88.5%	249	28.4	88.6%
2.75	221.6	25.1	88.7%	257.1	28.9	88.8%	272	30.4	88.8%
3.00	239.6	26.6	88.9%	277.9	30.7	89.0%	294	32.4	89.0%
3.50	275.6	29.8	89.2%	319.4	34.5	89.2%	338	36.4	89.2%
4.00	311.3	33.2	89.3%	360.5	38.3	89.4%	381	40.4	89.4%
6.00	450.7	46.0	89.8%	520.8	53.0	89.8%	550	56.0	89.8%
8.00	586.5	58.6	90.0%	676.9	67.7	90.0%	714	71.4	90.0%
10.00	720.0	71.4	90.1%	829.9	82.2	90.1%	876	86.8	90.1%

Fuente: FAIRES, y; SIMMANG, *Termodinámica*. p 50.

3.1.4.1. Aislar los sistemas de distribución de energía térmica

El aislamiento térmico es muy importante ya que mantiene el calor dentro de la tubería, evitando así pérdidas de energía y de combustible lo que trae a la empresa pérdidas económicas.

Al aislar los sistemas de energía térmica, se obtiene como beneficio, la reducción del uso de combustible, como bunker, GLP, diésel, entre otros.

Se reduce la generación de gases a la atmósfera y se aumenta la vida útil de las tuberías.

3.1.4.1.1. Distribución de vapor hacia lavadora de botellas

La distribución de vapor hacia lavadora de botellas debe de ser de 4 a 7 %, dado que la lavadora de botellas, dependiendo de la cantidad de envases retornables que se utilicen y la eficiencia de la lavadora, el porcentaje de consumo de agua representa entre 20 a 40 % del consumo total de agua en la planta.

3.1.4.2. Reparar fugas de vapor y condensado

Las fugas de vapor condensado, aumenta el consumo de combustible por la energía térmica extra que debe generarse para compensar las pérdidas. Las fugas pueden presentarse en tanques de almacenamiento, lavadora de botellas, llaves de paso. Los beneficios de evitar fugas son los siguientes:

- Reduce el consumo de bunker.
- Reduce la emisión de gases a la atmósfera.
- Se aumenta la vida útil del sistema de generación y distribución de energía térmica.
- Se reduce el riesgo de accidentes debidos a fugas, la cual puede causar una explosión.

3.1.5. Medidas relativas al uso de materias primas y otros insumos

Se debe optimizar los recursos de materia prima e insumos, dado que el desperdicio se traduce en que los costos de producción aumentan. Para lo cual se deben tomar las siguientes acciones.

3.1.5.1. Manejo de materiales

Para el manejo de materiales, como lo es la azúcar, la cual se utiliza para la preparación del jarabe, dado que este consumo promedio es de 110 y 190 kg de azúcar por cada m³ de agua, para lo cual se deben tomar las siguientes medidas.

- No adquirir azúcar con alto grado de impurezas.
- Se debe tener sumo cuidado en el almacenaje de los sacos de azúcar, debe estar aislados del suelo, para que no tengan contacto con la humedad, dado que puede ocasionar humedecimiento y disolución del azúcar.

3.1.5.2. Optimizar el consumo de soda cáustica en el lavado de botellas

La soda cáustica, se utiliza en el proceso de lavado de botellas, para optimizar su uso, se deben tomar las siguientes medidas.

- Medir las cantidad de soda cáustica en las etapas de inmersión y establecer límites de concentración, a los cuales deben cambiar las soluciones o reponer soda cáustica.
- Controlar las concentraciones de soda cáustica en los tanques, garantizando que la concentración no llegará a niveles innecesarios y que tendrá como consecuencia un mayor consumo de soda.

3.1.5.3. Reducir la carga contaminante del efluente hídrico

Para reducir la carga de contaminante del efluente hídrico, se producen en las mermas de jarabe, para lo cual se deben reducir las siguientes fuentes.

- Luego de un lote de producción se produce merma en las paredes de los tanques, para lo cual se debe verificar que el agua circule correctamente.
- En la preparación de jarabe terminado, se genera merma en el tanque de preparado, se debe revisar la circulación de los líquidos en el proceso.
- Las válvulas de llenado, se deben revisar periódicamente, dado que generan mermas en el envasado.

4. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

4.1. Medidas para el reciclaje de vidrio

Para el reciclaje vidrio se deben tomar en cuenta las botellas que son ingresadas al área de producción, las cuales son revisadas por los operadores.

4.1.1. Procedimientos para la selección de botellas

En la selección de botellas el operario realiza una inspección visual, en la cual verifica que no se encuentren materias extrañas, talvez, como: arena, piedras, residuos de plástico, hojas de árbol, residuos de algún líquido (solventes, agua pura, agua de lluvia, cloro, desinfectante).

4.1.2. Botellas fuera de normas de calidad

La botellas que presenten alguna fractura, no son aptas para el proceso de lavado, esta botellas son destruidas, posteriormente enviadas al área de reciclado para su disposición final.

4.1.3. Botellas quebradas en el proceso

Las botellas que se quiebran en el proceso de transporte hacia las distintas máquinas de la línea de producción, son enviadas al área de reciclado para su disposición final.

4.2. Medidas relativas al uso del agua

Las medidas que se deben tomar para el uso del agua, se enmarcan en las buenas prácticas de manufactura, ya que su implementación tiene como beneficio la reducción de merma y contaminantes, así como un ahorro en materia prima e insumos; para lo cual se deben tomar las medidas que se exponen a continuación.

4.2.1. Medición del consumo de agua para el lavado de botellas

Para la medición del consumo de agua se debe utilizar medidores, estos deben colocarse por tipo de agua que se utiliza en cada proceso.

4.2.2. Identificación de pérdidas de agua por fugas y rebalses

En el proceso de producción de bebidas carbonatadas se pueden presentar fugas en las tuberías, mangueras, válvulas, grifos, tanques, para lo cual se debe realizar una inspección visual, en las horas que la línea de producción está detenida, como por ejemplo: puede ser en la noche o una hora antes de iniciar las labores.

Para la detección de fuga se debe utilizar sensores pre localizadores, que deben estar colocados en diferentes puntos de la red de servicio. Posteriormente mediante equipo de correlación y localizadores acústicos, se determina el punto exacto donde está la fuga, para lo cual en el mercado existen diferentes marcas, en equipo de detección de fugas. A continuación se presentan la descripción de los equipos.

- Sistema de detección de fugas permanent: es un sistema que detecta e informa remotamente de la aparición de una nueva fuga: es un dispositivo inteligente y activo, que no hay que patrullarlo, ni programarlo, ni interpretarlo. Dispone de funcionalidades que por un lado incrementan la certidumbre de que la alarma generada corresponde a una posible fuga, evitando falsos positivos, y por otro ayudan a precisar la localización del punto exacto de fuga.

Figura 10. **Sistema de detección de fugas en tuberías**



Fuente: <http://www.mejoras-energeticas.com>. Consulta: septiembre de 2014.

4.2.3. Optimizar el uso del agua para operaciones de limpieza

Las operaciones de limpieza que no se realizan de forma eficiente, generan mayor consumo de agua, para lo cual se deben tomar las siguientes medidas.

- No utilizar el agua de las mangueras, para retirar residuos sólidos adheridos al suelos paredes o para lo cual se debe utilizar un escoba.
- Utilizar de forma correcta el caudal de agua en la manguera, antes de proceder a lavar, se debe remover todo residuos con la ayuda de estocabas, así se reduce en consumo de agua. Ya que se terminó el paso de barrer, se procede a lavar los pisos y paredes.
- El proceso de lavado de paredes y pisos, se debe hacer por medio de agua y detergente, en un balde debe prepararse el jabón a utilizar para ahorrar insumos.
- Instalar reductores de presión o cierres automáticos en las mangueras, para evitar el uso de grandes caudales y que el operario deje abierto la llave y se desperdicie el agua.
- Revisar periódicamente que no exista fuga en la red de distribución, así como en las mangueras utilizadas.

4.3. Medidas relativas al uso de energía térmica

La eficiencia energética es hoy, más que nunca, una necesidad en cualquier empresa, sea cual sea su tamaño, sector o ubicación geográfica. Pero es particularmente relevante en el sector del agua y sector industrial donde se produce un uso intensivo de la energía.

A la mejora sobre el impacto ambiental que supone la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, se une el ahorro económico que implica la disminución del consumo.

4.3.1. Determinar el consumo de vapor en la línea de producción

Una caldera bien regulada, con una relación aire combustible, evita incrustaciones y bajos rendimientos en la transferencia de calor. Para lo cual se utiliza el manifold y se debe tener un control en la válvula de la purga.

- **Manifold:** es la parte del sistema que sirve para la distribución del vapor, a las distintas áreas de consumo y para evitar o atenuar las fluctuaciones a la salida de las calderas. Lo deben tener las entradas de la caldera, independientes, con sus respectivas válvulas y debe tener tantas salidas como sean necesarias para la distribución, preservando siempre una o dos de reserva, las cuales llevarán tapaderas ciegas para su utilización en futuras ampliaciones. En uno de sus extremos deberá llevar un colector de condensado con su respectivo tanque de vapor, con todos sus accesorios.
- **Válvulas de purga:** el reglamento de las ASME, exige que todas las calderas que lleven una presión de trabajo de más de 100 lb/plg², excepto las calderas de tracción o portátiles, tengan dos válvulas de purga por cada tubo de purga. Estas pueden ser dos válvulas de apertura lenta, una de apertura lenta y una de apertura rápida o una de apertura lenta y una llave de macho.

4.3.2. Reparar fugas de vapor y condensado en la red de distribución hacia la lavadora

Las fugas o pérdidas son un signo de peligro en el sistema de la caldera y deberían ser reparadas inmediatamente, por el posible peligro que implica y también porque aceleran la corrosión y el desgaste de los componentes del sistema, que pueden producir cortes y paradas forzosas.

4.3.3. Aislar el sistema de distribución térmica hacia la lavadora

El objetivo de aislar las tuberías de vapor es evitar en lo posible, las fugas de calor que proporcionan gastos innecesarios de combustible en el sistema.

Los aislantes térmicos principales usados en tuberías son:

- Fibra de vidrio: es de alta eficiencia y peso liviano, se encuentra disponible en longitudes de 91 centímetros o 3 pies. No se encoge y no es muy resistente a daños mecánicos debido a su elasticidad. Es el utilizado en esta empresa embotelladora de bebidas carbonatadas.
- Carbonato de magnesio: da mejores resultados cuando se mezcla un 85 % de magnesio y 15 % de fibra de asbestos como refuerzos. Es quebradizo, no se debe usar donde existe mucha vibración y cuando se humedece es alcalino y corrosivo.
- Silicato de calcio: es similar al carbonato de magnesio, en cuanto a la conductividad, peso y costo. Es un compuesto químico de sílice y cal. Su

protección contra el clima es esencial ya que puede retener un 35 % de su propio peso en agua sin gotear o demostrar humedad.

- Cemento: se utiliza como aislante de superficies irregulares como por ejemplo: codos, tees, válvulas y otros accesorios, viene en medidas de hasta 7,62 centímetros o 3 pulgadas.

4.4. Medidas relativas al uso de energía eléctrica

El propósito de implementar medidas para el uso de energía eléctrica, tiene como objetivo optimizar el recurso en mención, para reducir los costos de producción y generar beneficios ambientales, los cuales se representan en la reducción de la necesidad de generación de energía eléctrica.

4.4.1. Optimizar el bombeo de agua en la línea de producción

Para la optimización del bombeo de agua hacia la línea de producción se deben tomar las siguientes medidas:

- Utilizar bombas de acorde al caudal que consume la planta de producción, otra opción es disponer de otra bomba secundaria que sea activada cuando la demanda de agua se reduce, por efecto de la disminución de la intensidad de producción.
- Separa las líneas de alimentación de agua tratada, agua blanda y agua clorada.
- Instalar dispositivos para regular el consumo de agua.

4.4.2. Mejorar la eficiencia del equipo de frío

Para mejorar la eficiencia del equipo de frío, uno de los problemas más comunes surge en los intercambiadores de calor, los cuales pueden presentar fugas o mezcla de canales. Algunos problemas son menores pero progresivos, lo que ocasiona mayor consumo de energía y variabilidad de rendimiento. La suciedad, los depósitos, el sarro y otros tipos de contaminación, perjudican los intercambiadores de calor de placas, ya que les restan eficiencia y, además, pueden dañar equipos costosos y causar tiempos de inactividad no programados para realizar las reparaciones.

Los datos de procesos del intercambiador de calor no se pueden estimar en el análisis y la solución de problemas de rendimiento. Los datos relacionados con la presión, la velocidad de flujo y la temperatura de las entradas y salidas de los canales, pueden indicar problemas con el flujo de entrada o salida. Vale la pena gastar en los costos de instalación relacionados con la instrumentación, en especial, de los intercambiadores esenciales para los procesos que asisten a los operadores de señales cuando el proceso está por tornarse incontrolable.

Si las medidas y las inspecciones indican que está garantizada la limpieza y el cambio de juntas, se pueden prevenir daños a las placas costosas con solo hacer bien las cosas. El daño de las placas conduce a fugas, funcionamiento defectuoso y menor vida útil del equipo.

- Procedimientos operativos estándar de los intercambiadores de calor: los principios operativos estándar son de vital importancia para evitar daños a la unidad:

- En aplicaciones con vapor, nunca dejar el vapor encendido con el lado del líquido apagado. El vapor se debe apagar primero y encender último.
- En caso de sospecha de golpe de ariete, se debe diagnosticar y eliminar el problema, de lo contrario es posible que se ocasionen daños.
- Siempre se deben encender las bombas con las válvulas cerradas.
- Las válvulas deben estar configuradas para abrirse y cerrarse gradualmente. Si se abre y cierra las válvulas de manera repentina, el intercambiador sufrirá un choque térmico y mecánico, que puede ocasionar la fatiga de los materiales.

4.4.3. Medir y controlar el flujo de aire comprimido en la línea de producción

La calidad del aire comprimido debe estar sujeto a revisiones periódicas por parte de un laboratorio de control de calidad, ya sea de la empresa o externo, ya que el mismo está en contacto con la bebida por lo que puede ser fuente de contaminación para la misma. Los parámetros que se recomienda medir son:

- Partículas
- Crecimiento de bacterias
- Crecimiento de levaduras
- Crecimiento de mohos

4.5. Medidas relativas al uso de materias primas

La materia prima que se utiliza para el proceso de producción de bebidas carbonatadas, se debe controlar desde que ingresa a bodega, hasta que es trasladada al área de producción, para lo cual se deben tomar las siguientes medidas.

4.5.1. Optimizar el consumo de azúcar

Para optimizar el consumo de azúcar, en la producción de jarabe simple, se debe tener un análisis granular, para determinar la pureza, descartar que tenga cenizas, humedad, trazas de azúcares que pudieran disminuir la cantidad de sacarosa presenten en el jarabe simple.

4.5.2. Optimizar el consumo de soda cáustica en la lavadora de botellas

Para optimizar el uso de soda cáustica en el proceso de lavado de botellas, en la fase de inmersión (cuando salen las botellas), colocar sopladores de aire, así se reduce la cantidad de solución de soda cáustica que se adhiere a las botellas.

4.6. Programa para el reciclaje de vidrio

El programa de reciclaje de vidrio, está enfocado en tener una producción más limpia, no solamente es el reciclado de vidrio, sino todos los desechos que se generan en la empresa, dado que el papel y cartón son materiales reciclables y reutilizables.

Dentro de la empresa se deben generar políticas de reciclaje de todo tipo de material, por medio de charlas informativas, campañas publicitarias, haciendo conciencia a los colaboradores de la importancia del manejo sostenible de los recursos.

Para lo cual se deben colocar depósitos para poner cada desecho, estos deben ser colocados en el área de producción, bodega y oficinas administrativas.

- Clasificación: en esta etapa los colaboradores de la empresa, deberán clasificar los materiales según su tipo, ya que no se deben mezclar para asegurar que el proceso de reciclaje no se contamine. La clasificación previa se hará en recipientes separados, señalizados con el tipo de material que se debe introducir en ellos.

Figura 11. **Depósitos para residuos**



Fuente: www.qsource.com. Consulta: septiembre de 2014.

4.6.1. Botellas fuera de normas de calidad

Las botellas que no cumplen las normas de higiene, como por ejemplo, estar sucias, contaminadas por otro líquido que las manchó, se quiebran para ser enviadas al área de clasificado por color para su disposición final.

4.6.2. Botellas quebradas en el proceso

Las botellas que se quiebran en el proceso de lavado o llenado, son retiradas para pasar al área de reciclado, en el cual se clasifican las botellas por color, son clasificadas para su disposición final, a través de recicladores de vidrios.

4.7. Indicadores ambientales

Los indicadores ambientales, determinan el uso efectivo de los recursos con los que cuenta la planta, entre los que está la materia prima, agua, energía eléctrica, energía térmica.

4.7.1. Indicadores para el consumo de materiales

Para determinar el consumo de materiales entre los cuales están el jarabe y el agua, se utilizarán los siguientes indicadores.

- Agua: para determinar el consumo de agua se determina a través de total de litros que disponen los depósitos de agua, como los litros utilizados en el proceso de lavado.
 - Indicador de consumo de agua: litros de agua: litros de Producto.

- Jarabe: para la producción del jarabe, se utilizan tanques de almacenamiento y mezcladores y como materia prima azúcar de caña. Para determinar la eficiencia del consumo se determina por los quintales de azúcar programados, versus con los quintales utilizados durante el mes.
 - Porcentaje de azúcar utilizado=
 - Kg utilizados en el mes / Kg teóricos durante el mes

4.7.2. Indicadores para el consumo de energía

Para determinar la eficiencia del uso de la energía, se mide el consumo de energía térmica y el consumo de energía eléctrica durante cada mes. Ya que el consumo energético es variable, es decir, depende de la cantidad de producción. Se recomienda manejar indicadores que tengan como base la producción de la línea.

- Consumo energético =
 - KW de energía consumidos / Cajas producidas

4.7.2.1. Indicadores para el consumo de energía térmica

Para determinar el consumo de energía térmica se recomienda la compra de un medidor de vapor para determinar el consumo. Este consumo de vapor se debe dividir dentro de la cantidad de producción para tener un indicador variable.

- Consumo de vapor =
 - Lbs de Vapor / Cajas producidas

4.7.2.2. Indicadores para el consumo de energía eléctrica

Para determinar el consumo de energía eléctrica, se debe utilizar el historial de consumo de cada mes para determinar el promedio. El consumo energético en KW, al ser un consumo variable, se dividirá dentro de la producción que se obtenga en la línea. Este indicador tendrá unas dimensionales de KW / Caja.

Teniendo el consumo energético, mensual, semestral y anual, se deben imprimir medias de ahorro energético, para que la planta disminuya su consumo mensual, esto se puede realizar a través de la implementación de uso de tecnología led en el área de producción. Evaluar el consumo energético de los motores del transportador y mantenerlos apagados, mientras se está en algún *setup* de la línea es una práctica que también se recomienda.

5. SEGUIMIENTO Y CONTROL

5.1. Procedimiento para el reciclaje de vidrio

El vidrio de botellas es un producto 100 % reciclable que no sufre de un deterioro de su calidad por el proceso de reciclaje, además, el uso de vidrio disminuye el costo en la compra de materia prima, los hornos de fundición aumentan su tiempo de vida. Si se considera que una botella de vidrio puede ser reutilizada entre 17 y 35 veces antes de ser desechada.

Para el manejo de reciclaje se debe utilizar logística inversa, esta gestiona el retorno de las mercancías en la cadena de suministro, de la forma más efectiva y económica posible, se encarga de la recuperación y reciclaje de envases, embalajes y residuos peligrosos; así como el retorno de excesos de inventarios, devoluciones de clientes y productos obsoletos.

Una de las fortalezas que tiene la logística en inversa es el aprovechamiento de los canales de distribución, para la recopilación de materiales reciclables de la misma operación, que es uno de los fines del presente estudio.

A continuación se presenta el procedimiento para el reciclaje de vidrio en el área de producción.

- Procedimiento para reciclaje de vidrio en el área de producción: el procedimiento tiene como objetivo, detallar y normar las actividades de los procedimientos de reciclaje de vidrio, en el proceso de lavado de botellas de vidrio.

- Alcance: el procedimiento es aplicable para todo el personal, de acuerdo a su competencia, desde girar instrucciones en la elaboración del procedimiento hasta la aprobación, autorización y archivo del mismo.

- Glosario
 - Procedimiento: consiste en una serie de pasos realizados cronológicamente, para efectuar un trámite administrativo. Describe en forma clara y precisa quién, qué, cómo, cuándo, dónde y con qué se realiza cada uno de los pasos.

 - Norma: son las disposiciones administrativas que regulan lo establecido en un procedimiento, a fin evitar o reducir la aplicación de diversos criterios que provoquen confusión en las personas que intervienen en el mismo.

 - Referencias: propietario del proceso, Gerencia de Producción.

 - Los procedimientos deben ser accesibles para todo el personal y deben tenerse control de los lugares de localización de los mismos y el control de las copias de dichos procedimientos.

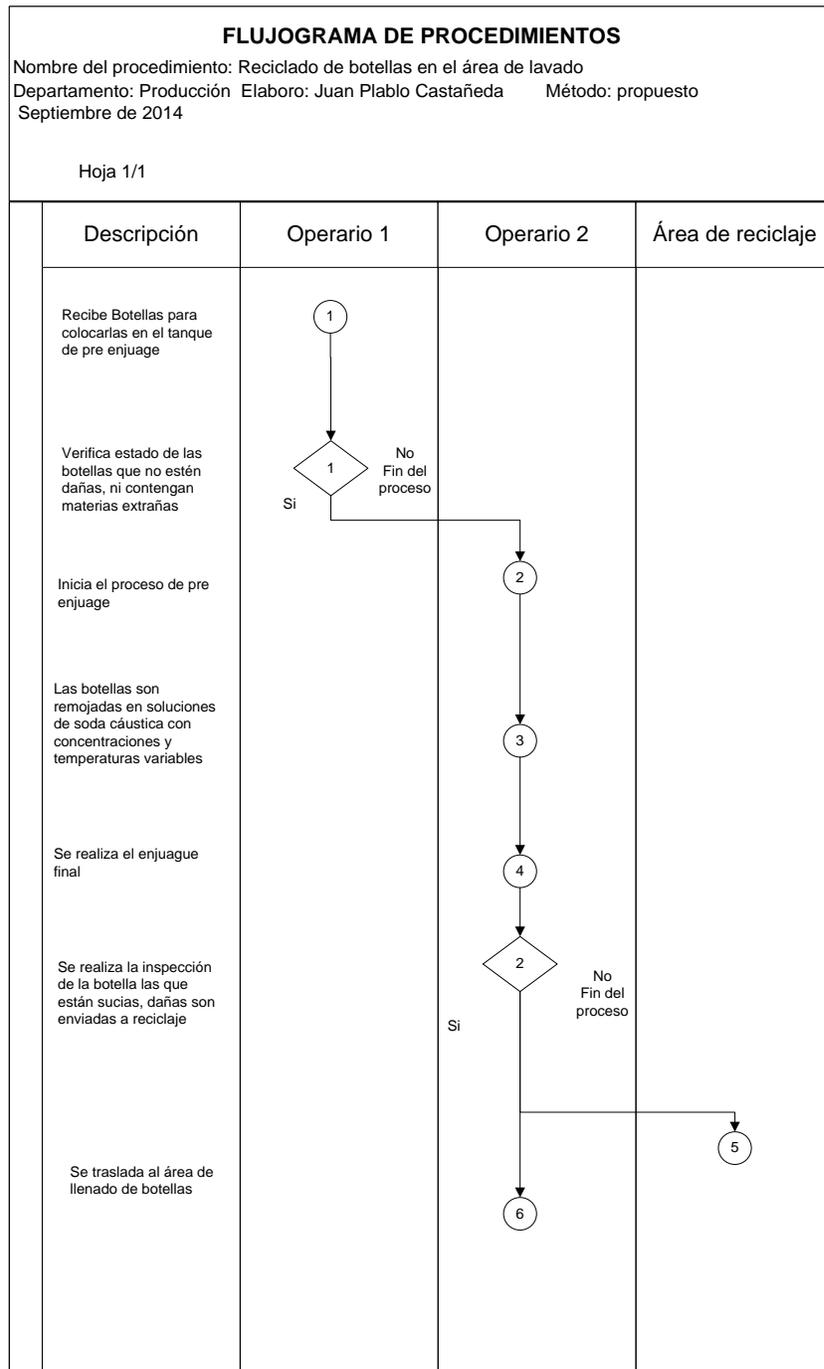
- El incumplimiento, por parte de cualquier persona involucrada en el mismo, será sancionado con las medidas disciplinarias que rigen al personal de la empresa.
- Toda modificación al presente procedimiento deberá ser aprobado por el gerente de producción.
- Descripción:
 - Supervisor de producción: recibe instrucciones para la elaboración de un procedimiento en relación al tema de reciclado de vidrio.
 - Jefe de producción: revisa el documento, haciendo un análisis de la situación actual, verificando que dicho procedimiento contenga la información necesaria y precisa, utilizando términos técnicos.
 - Gerente producción: revisa lo aprobado y autoriza el documento a través de su firma.

Tabla IV. **Aprobaciones y autorizaciones**

Título del Procedimiento: Reciclaje de botellas de vidrio en el proceso de lavado de botellas		Departamento: Producción	Procedimiento Núm. P 1.0
Aprobaciones			
Función y/o Cargo	Firma		
Jefe de Producción			
Gerente de producción			

Fuente: elaboración propia.

Figura 12. Diagrama de reciclaje de botellas de vidrio área de lavado



Fuente: elaboración propia. Microsoft Visio 2010.

5.1.1. Manejo de botellas fuera de normas

Para el manejo de las botellas se toma la Norma ASTM STANDARDS Part 17 Refractories, Glass, Ceramic Material, Carbon and Graphite Products (refractarios, vidrio, material cerámico, de carbono y de grafito) y Glass Packaging Institute (Instituto de envases de vidrio). Los cuales determinan los tipos de defecto que pueden presentar las botellas de vidrio para la industria de bebidas carbonatadas. Para lo cual se describen cada categoría de defectos.

Tabla V. Defectos en envases de vidrio

Defecto	Características
Defecto crítico	<ul style="list-style-type: none">• Filamentos o incrustaciones interiores de vidrio.• Partículas de vidrio fundido o adheridas en el interior.• Partículas de vidrio fundido adheridas en el exterior que pueden herir a las personas que manejen el envase.• Burbujas interiores superficiales
Defectos mayores tipo A	<ul style="list-style-type: none">• Labio partido• Envase reventado
Defectos mayores tipo B	<ul style="list-style-type: none">• Burbujas mayores de 1,58 mm (1/6 in).• Raya brillante.• Corona incompleta.• Piedra o carbono burbujas exteriores que impidan el funcionamiento del envase.• Grieta en el labio (solo para envases que van a contener bebidas carbonatadas).• Puntos negros y manchas de color distinto al color del vidrio que no pueden eliminarse.• en el proceso de lavado y enjuagado.• Deformaciones.

Continuación tabla V.

Defectos menores	<ul style="list-style-type: none">• Arrugas• Corona abierta• Marcas de cuchillas• Manchas de aceite• Decorado
------------------	---

Fuente: www.gpi.org. Consulta: septiembre de 2014.

5.2. Procedimientos para el control de los consumos de materiales

A continuación se presentan los procedimientos para el control de materiales en el área de producción.

5.2.1. Consumo de soda cáustica

Para el consumo de soda cáustica en el área de lavado, se debe tener un control de las concentraciones que se utilizan en la lavadora, soda cáustica disuelta, así como el vapor que se utiliza en el proceso.

- Procedimiento para el consumo de soda cáustica en el lavado de botellas: el procedimiento tiene como objetivo, detallar y normar las actividades del procedimiento de lavado de botellas de vidrio.
- Alcance: el procedimiento es aplicable para todo el personal, de acuerdo a su competencia, desde girar instrucciones en la elaboración del procedimiento hasta la aprobación, autorización y archivo del mismo.

- Glosario
 - Procedimiento: consiste en una serie de pasos realizados cronológicamente, para efectuar un trámite administrativo. Describe en forma clara y precisa quién, qué, cómo, cuándo, dónde y con qué se realiza cada uno de los pasos.
 - Norma: son las disposiciones administrativas que regulan lo establecido en un procedimiento, a fin evitar o reducir la aplicación de diversos criterios que provoquen confusión en las personas que intervienen en el mismo.
 - Referencias: propietario del proceso: Gerencia de Producción.
 - Los procedimientos deben ser accesibles para todo el personal, debe tenerse control de los lugares de localización de los mismos y el control de las copias de dichos procedimiento.
 - El incumplimiento por parte de cualquier persona involucrada en el mismo, será sancionado con las medidas disciplinarias que rigen al personal de la empresa.
 - Toda modificación al presente procedimiento deberá ser aprobado por el gerente de producción.
- Descripción:
 - Supervisor de producción: recibe instrucciones para la elaboración de un procedimiento en relación al tema de reciclado de vidrio.

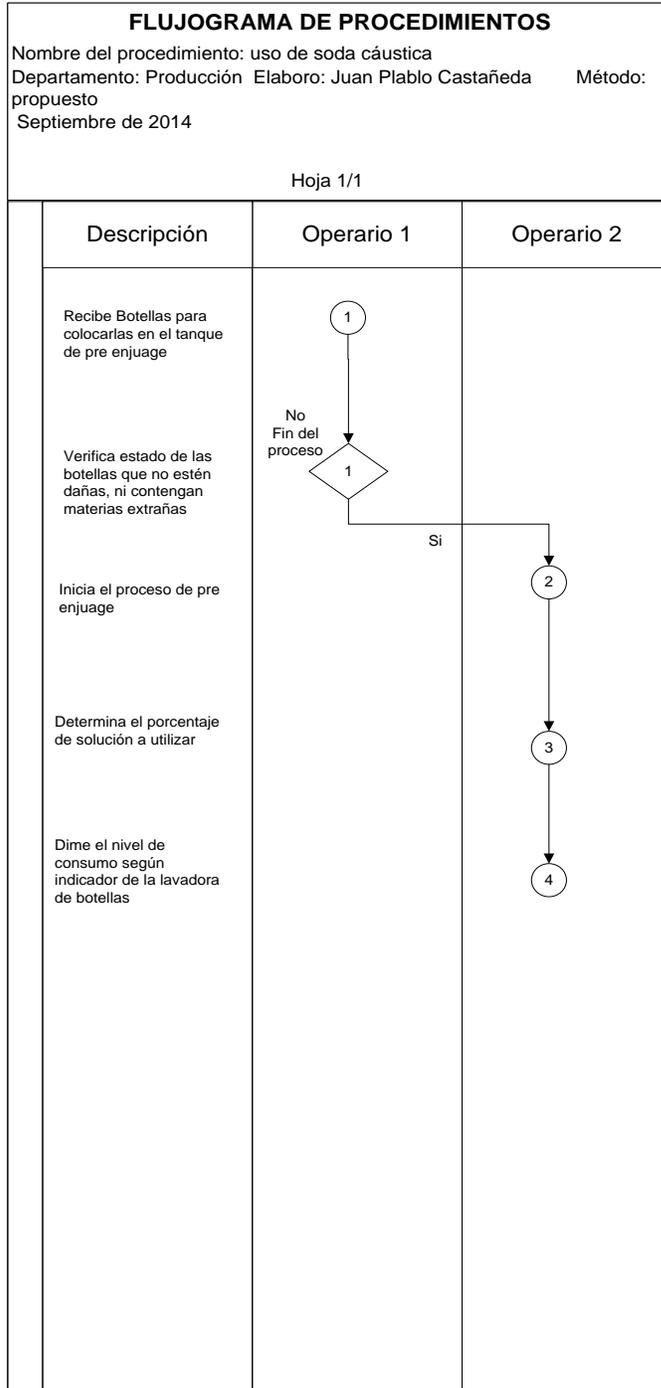
- Jefe de producción: revisa el documento, haciendo un análisis de la situación actual, verificando que dicho procedimiento contenga la información necesaria y precisa, utilizando términos técnicos.
- Gerente de producción: revisa lo aprobado y autoriza el documento a través de su firma.

Tabla VI. **Aprobaciones y autorizaciones**

Título del Procedimiento: Uso de soda cáustica.		Departamento: Producción	Procedimiento Núm. P 2.0
Aprobaciones			
Función y/o Cargo	Firma		
Jefe de Producción			
Gerente de producción			

Fuente: elaboración propia.

Figura 13. Diagrama de uso de soda cáustica



Fuente: elaboración propia. Microsoft Visio 2010.

5.2.2. Consumo de envases de vidrio

Para el consumo de envases de vidrio, se debe tener un control de los envases utilizados para el proceso de lavado.

- Procedimiento para el consumo envases de vidrio, debe controlarse que los envases que se colocan cumplan con las normas del Glass Packaging Institute.
- Alcance: el procedimiento es aplicable para todo el personal, de acuerdo a su competencia, desde girar instrucciones en la elaboración del procedimiento hasta la aprobación, autorización y archivo del mismo.
- Glosario
 - Procedimiento: consiste en una serie de pasos realizados cronológicamente, para efectuar un trámite administrativo. Describe en forma clara y precisa quién, qué, cómo, cuándo, dónde y con qué se realiza cada uno de los pasos.
 - Norma: son las disposiciones administrativas que regulan lo establecido en un procedimiento, a fin evitar o reducir la aplicación de diversos criterios que provoquen confusión en las personas que intervienen en el mismo.
 - Referencias: propietario del proceso: Gerencia de Producción.

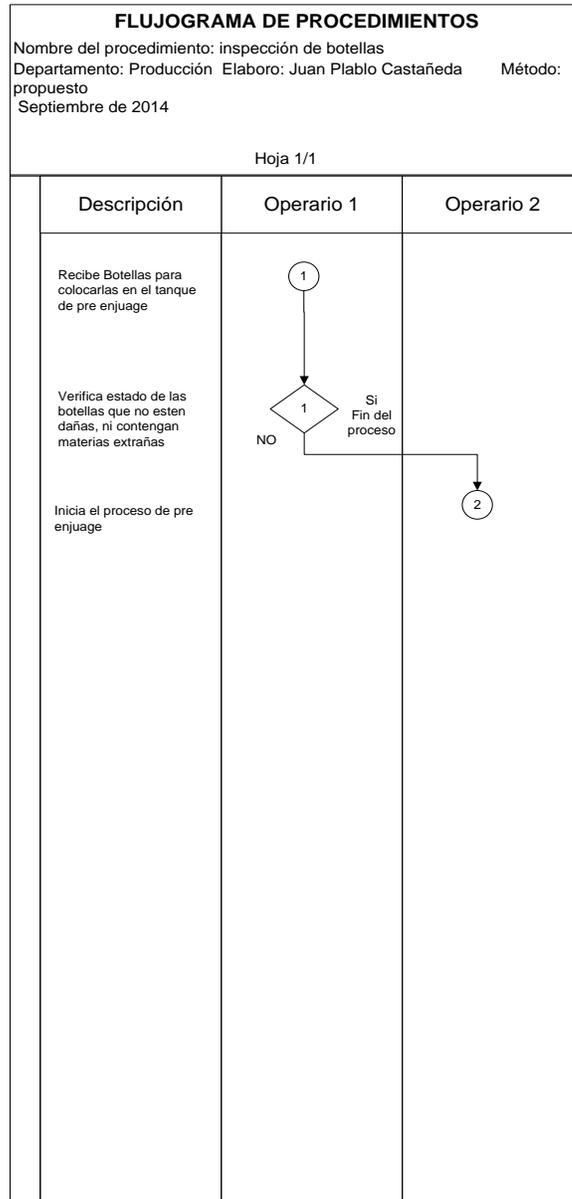
- Los procedimientos deben ser accesibles para todo el personal y deben tenerse control de los lugares de localización de los mismos y el control de las copias de dichos procedimientos.
 - El incumplimiento, por parte de cualquier persona involucrada en el mismo, será sancionado con las medidas disciplinarias que rigen al personal de la empresa.
 - Toda modificación al presente procedimiento deberá ser aprobada por el gerente de producción.
- Descripción:
 - Supervisor de producción: recibe instrucciones para la elaboración de un procedimiento en relación al tema, de la medición de número de botellas utilizadas en el proceso de lavado.
 - Jefe de producción: revisa el documento, haciendo un análisis de la situación actual, verificando que dicho procedimiento contenga la información necesaria y precisa, utilizando términos técnicos.
 - Gerente de producción: revisa lo aprobado y autoriza el documento a través de su firma.

Tabla VII. **Aprobaciones y autorizaciones**

Título del Procedimiento: Uso de soda caustica.		Departamento: Producción	Procedimiento Núm. P 2.0
Aprobaciones			
Función y/o Cargo		Firma	
Jefe de Producción			
Gerente de producción			

Fuente: elaboración propia.

Figura 14. Diagrama de selección de botellas de vidrio



Fuente: elaboración propia. Microsoft Visio 2010.

5.3. Herramientas de comparación

Para determinar el tipo de envase que puede ser utilizado en el proceso, se toma como categoría.

- Grupo 1: botella en buen estado, son aptos para el proceso de llenado.
- Grupo 2: botellas que presentan una imperfección, son enviados a reciclaje.
- Grupo 3: botellas que están sucias, se limpian, luego se inspecciona si no presentan daño, se pasan al proceso de lavado, de lo contrario son enviados a reciclaje.

Figura 15. Selección de botella



Fuente: empresa de bebidas carbonatadas.

5.4. Herramientas de evaluación

Para realizar una inspección en el proceso de lavado de envases y determinar los que no son aptos para el proceso de llenado, se deben de tomar las siguientes acciones.

Tabla VIII. **Verificación a la salida de la lavadora y acciones a tomar por parte del operario**

Verificación a la salida de la lavadora	Acción
Arrastre cáustico con fenolftaleín, una fila cada 4 hrs.	En caso de no cumplir cambiar el agua del último tanque, verificar concentración de hidróxido de sodio, verificar los chorros de enjuague.
Presencia de mohos con azul de metileno.	Si existe una coloración azul en el envase después de enjuagar el azul de metileno, se deben verificar tiempos, concentraciones e ingresar los envases nuevamente a la lavadora.
Análisis microbiológico del envase, se le evalúa mohos, levaduras y bacterias acidúricas.	Si se encuentra fuera de parámetros retener producto y realizar microbiología del producto terminado.
Inspección visual (cuello, hombros, pared lateral, base, acabado) puede ser manual, electrónica u óptica.	Existen 3 grupos de limpieza: 1. se puede lavar nuevamente; 2. Difícil de lavar (lavado a mano); 3. Imposible de lavar y el que se encuentra con rajadura o quebrado. Si se utiliza manual la rotación de los lamparistas debe ser cada 30 min de 150 botellas por minuto por inspector, si es electrónico u óptico se deben pasar los patrones cada 30 min para verificar si no descarta se debe calibrar.

Fuente: elaboración propia.

RECOMENDACIONES

1. Para que el mejoramiento de la línea de producción sea eficaz se deberá contar con el compromiso total por parte de los altos mandos de la empresa, es indispensable el apoyo en la inversión, pero también los encargados de la implementación deberán presentar argumentos razonables.
2. La capacitación para el personal operativo y técnico debe ser constante de buena calidad; la creación de una oficina técnica es vital para el soporte y capacitación, ésta tiene la responsabilidad de la creación de procedimientos, cartas de control y proceso, métodos y auditorías.
3. Se debe enseñar a los operarios a leer y conocer sus manuales, ya que estos serán de gran ayuda en cualquier momento y serán una herramienta vital para el buen mantenimiento autónomo que brinden a su maquinaria.

CONCLUSIONES

1. La áreas para reciclaje dentro de la empresa se encuentran en las agencias de distribución, todas la botellas que son recolectadas por los pilotos de los camiones son enviadas a un área de recolección, estas posteriormente son enviadas a la planta de producción. Estando en planta los operarios clasifican las botellas que son aptas para el proceso de lavado, las que no cumplen con las normas de calidad son enviadas a reciclaje donde son destruidas, se utilizan como materia prima para la fundición de vidrio nuevamente, dado que una botella de vidrio puede reusarse hasta 30 veces.
2. Dentro de los materiales utilizados en el proceso de lavado se usa la soda cáustica, ya que sus propiedades de limpieza y desinfección dan como resultado, que las botellas sean óptimas para el llenado de bebidas carbonatadas.
3. El consumo de energía calorífica en el área de lavado se da por medio de la medición de las concentraciones que se utilizan en la lavadora, soda cáustica disuelta, así como el vapor que se utiliza en el proceso.
4. El consumo de energía eléctrica se determina por los kWh, que se utilizan en el área de producción, el cual se determinar por el historial de consumo, para el ahorro energético se debe colocar iluminación tipo led.

5. Dentro de materiales que puede reciclarse en las diferentes áreas de la empresa, están el papel, cartón y el plástico, los cuales pueden ser reutilizados o en su defecto pueden ser vendidos a recicladores.

6. Para la disminución del consumo energético en el proceso de envasado en vidrio, se debe recolectar todas las botellas que sean posibles en las agencias de distribución, plantas de producción, bodegas, camiones repartidores, dado que disminuye el costo de comprar materia prima para la elaboración de botellas, además el horno de fundición aumenta su vida útil.

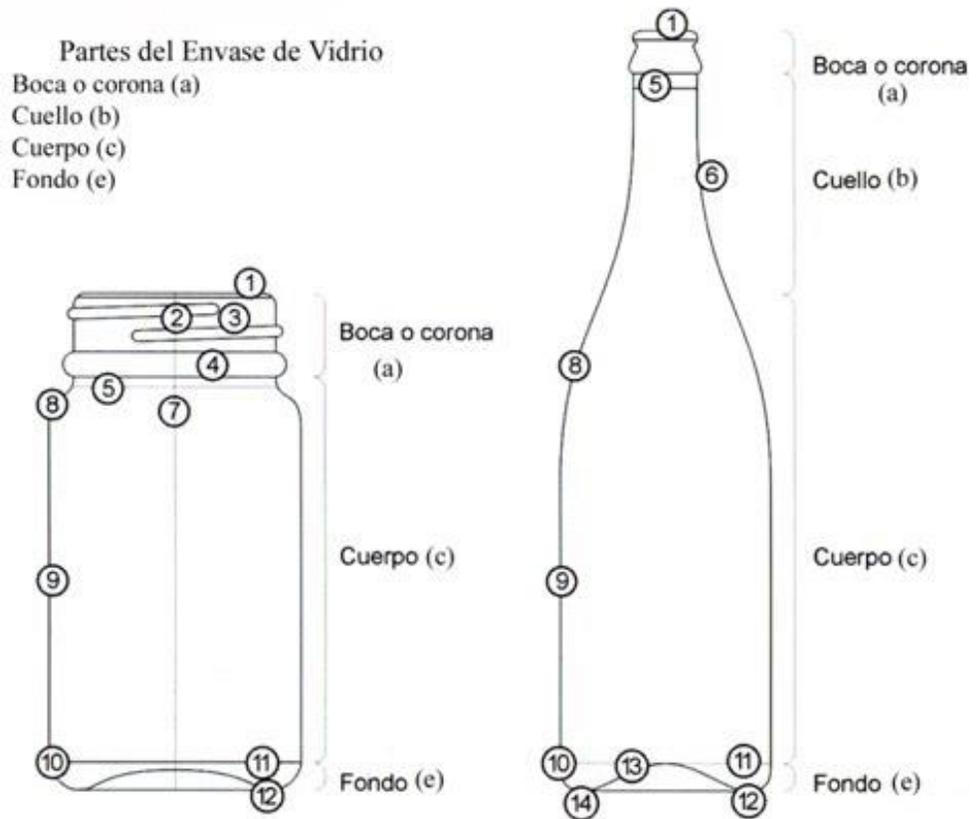
BIBLIOGRAFÍA

1. AVALLONE, Eugene. *Marks Manual del Ingeniero Mecánico*. Boresi, A. (trad.). 2a ed. México: McGraw-Hill, 2000. 2145 p. SBN: 970-10-0663-1.
2. KLIMOVITZ, Ray. *El Cerveceros en la práctica*. Asociación de Maestros Cerveceros de las Américas (edit. y trad.). 2a ed. Caracas: MBAA, 1997. 580 p. ISBN: 097-18-2550-5.
3. LEMA, Martín. *Implementación de controles en un sistema de limpieza para la industria de alimentos lácteos*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánico. Escuela Politécnica del Litoral de Ecuador, Facultad de Ingeniería, 2007. 181 p.
4. LUX, Emilio. *Estudio técnico para la construcción y montaje de tanques de cocimiento de mosto en la industria de elaboración de cerveza*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánico. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2001. 165 p.
5. RIVERA, Francisco. *Reciclaje del agua utilizada en una embotelladora de bebidas*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánico Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2009. 128 p.

6. SALVATIERRA, Ervin. *Diseño de un sistema de sanitización para una industria alimenticia*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánico. Escuela Politécnica del Litoral de Ecuador, Facultad de Ingeniería, 2002. 164 p.

ANEXOS

Partes del envase de vidrio



Fuente: elaboración propia, con programa de Adobe Illustrator.

Parámetros para maquina lavadora en relación a temperatura y porcentaje de soda caustica.

Vidrio:

Máquina lavadora	Temperatura compartimiento	Porcentaje soda cáustica
Máquina con un compartimento	54°C (130°F)	2,3%
Máquina con dos compartimentos:		
1 ^{er} compartimento	43°C (110°F)	1,5 %
2 ^{do} compartimento	54°C (130°F)	2,0 – 2,5%
Máquina con tres compartimentos:		
1 ^{er} compartimento	43°C (110°F)	1,5 %
2 ^{do} compartimento	60°C (140°F)	2,0 – 2,5%
3 ^{er} compartimento	49°C (120°F)	1,5 %
Máquina con cuatro compartimentos:		
1 ^{er} compartimento	43°C (110°F)	1,5 %
2 ^{do} compartimento	60°C (140°F)	2,0 – 2,5%
3 ^{er} compartimento	49°C (120°F)	1,0 %
4 ^{to} compartimento	38°C (100°F)	no se agrega
Máquina con cinco compartimentos:		
1 ^{er} compartimento	43°C (110°F)	1,5%
2 ^{do} compartimento	60°C (140°F)	2,0 – 2,5%
3 ^{er} compartimento	71°C (160°F)	1%
4 ^{to} compartimento	54°C (130°F)	0,5%
5 ^{to} compartimento	38°C (100°F)	no se agrega

Fuente: elaboración propia.