



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

**PRINCIPIOS Y DIRECTRICES PARA LA GESTIÓN DE RIESGO AMBIENTAL DE UNA LÍNEA  
DE LLENADO Y ENVASADO EN BOTELLA DE VIDRIO, EN UNA EMPRESA DE BEBIDAS,  
PARA UNA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA**

**Luis Angel Sandoval Oliva**

Asesorado por el Ing. Sergio Roberto Barrios Sandoval

Guatemala, mayo de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PRINCIPIOS Y DIRECTRICES PARA LA GESTIÓN DE RIESGO AMBIENTAL DE UNA LÍNEA  
DE LLENADO Y ENVASADO EN BOTELLA DE VIDRIO, EN UNA EMPRESA DE BEBIDAS,  
PARA UNA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**LUIS ANGEL SANDOVAL OLIVA**

ASESORADO POR EL ING. SERGIO ROBERTO BARRIOS SANDOVAL

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, MAYO DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Leonel Estuardo Godínez Alquijay
EXAMINADOR	Ing. Erwin Danilo González Trejo
EXAMINADORA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magali Herrera López

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

**PRINCIPIOS Y DIRECTRICES PARA LA GESTIÓN DE RIESGO AMBIENTAL DE UNA LÍNEA DE LLENADO Y ENVASADO EN BOTELLA DE VIDRIO, EN UNA EMPRESA DE BEBIDAS, PARA UNA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial con fecha noviembre de 2016.

**Luis Angel Sandoval Oliva**

Guatemala 30 de septiembre de 2021

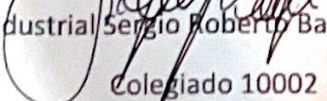
Ingeniero  
**César Ernesto Urquizú Rodas**  
**Director de Escuela de Mecánica Industrial**  
**Facultad de Ingeniería**  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Ciudad Universitaria

Por este medio me es grato saludarle y desearle éxitos en sus actividades diarias.

Con muestras de respeto y deferencia traslado el trabajo de graduación "PRINCIPIOS Y DIRECTRICES PARA LA GESTIÓN DE RIESGO AMBIENTAL DE UNA LÍNEA DE LLENADO Y ENVASADO EN BOTELLA DE VIDRIO, EN UNA EMPRESA DE BEBIDAS, PARA UNA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA", elaborado por Luis Angel Sandoval Oliva, carné 2008-60049, estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial de esta facultad; posterior al análisis y revisión del referido trabajo de graduación, doy mi aprobación al mismo en virtud de cumplir con todos los parámetros establecidos para dichos trabajos.

Agradezco de antemano su atención.

Saludos cordiales,

  
Ing. Industrial Sergio Roberto Barrios Sandoval  
Colegiado 10002

*Sergio Roberto Barrios S*  
Ingeniero Industrial  
Colegiado No. 10002



REF.REV.EMI.113.021

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PRINCIPIOS Y DIRECTRICES PARA LA GESTIÓN DE RIESGO AMBIENTAL DE UNA LÍNEA DE LLENADO Y ENVASADO EN BOTELLA DE VIDRIO, EN UNA EMPRESA DE BEBIDAS PARA UNA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA**, presentado por el estudiante universitario **Luis Angel Sandoval Oliva**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Inga. Rocio Carolina Medina Galindo  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, noviembre de 2021.

/mgp



ESCUELA DE  
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

LNG.DIRECTOR.095.EMI.2022

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 Coordinador de área y la aprobación del área de lingüística del trabajo de graduación titulado: **PRINCIPIOS Y DIRECTRICES PARA LA GESTIÓN DE RIESGO AMBIENTAL DE UNA LÍNEA DE LLENADO Y ENVASADO EN BOTELLA DE VIDRIO, EN UNA EMPRESA DE BEBIDAS, PARA UNA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA**, presentado por: **Luis Angel Sandoval Oliva**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Firmada digitalmente por Cesar Ernesto Urquizu Rodas  
Motivo: Dirección Ingeniería Industrial  
Ubicación: Facultad de Ingeniería, Escuela de  
Ingeniería Mecánica Industrial, USAC  
Colegiado 4,272  
Periodo: Abril a mayo año 2022

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
Director  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, mayo de 2022.

LNG.DECANATO.OI.320.2022

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **PRINCIPIOS Y DIRECTRICES PARA LA GESTIÓN DE RIESGO AMBIENTAL DE UNA LÍNEA DE LLENADO Y ENVASADO EN BOTELLA DE VIDRIO, EN UNA EMPRESA DE BEBIDAS, PARA UNA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA**, presentado por: **Luis Angel Sandoval Oliva**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Ariabela Cordova Estrada

Decana

Guatemala, mayo de 2022

AACE/gaoc



## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por permitirme alcanzar mis metas y ser mi guía y fortaleza en cada etapa de mi vida.
- Mis padres** Luis Sandoval y Bessie Oliva, por su amor y apoyo incondicional, lo cual ha sido pilar fundamental para alcanzar mis objetivos.
- Mis hermanos** Pablo y Bessie Sandoval, por siempre estar dispuestos a ser una ayuda.
- Mi sobrino** Kevin Sandoval, por ser una inspiración para ser una persona ejemplar.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

- |                                    |   |
|------------------------------------|---|
| <b>Dios</b>                        | Por sus infinitas bendiciones y por guiarme en cada paso de esta etapa.   |
| <b>Mis padres y mis hermanos</b>   | Porque sin su amor y su apoyo no sería posible alcanzar mis objetivos.  |
| <b>Mis amigos</b>                  | Especialmente a José Carlos Acevedo y José Manuel Guzmán. Por brindarme su ayuda y ser un soporte durante esta etapa. |
| <b>Flor de María Barrera Reyes</b> | Por su amor y apoyo incondicional en todo momento.  |

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	XIII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XVII
GLOSARIO .....	XIX
RESUMEN.....	XXI
OBJETIVOS.....	XXIII
INTRODUCCIÓN .....	XXV
1. GENERALIDADES.....	1
1.1. Empresa embotelladora.....	1
1.1.1. Ubicación.....	1
1.1.2. Historia .....	2
1.1.3. Misión .....	6
1.1.4. Visión.....	6
1.1.5. Valores .....	6
1.1.6. Políticas .....	6
1.1.6.1. Política de seguridad industrial.....	7
1.1.6.2. Política medio ambiente .....	8
1.2. Industria de bebidas en Guatemala actualmente .....	8
1.3. Línea de producción .....	9
1.3.1. Características de la industria de bebidas .....	9
1.3.2. Conformación de la línea de producción .....	9
1.3.3. Tipos de líneas de producción.....	10
1.3.4. Clasificación de los sistemas de producción.....	11
1.3.4.1. Por proyectos.....	11
1.3.4.2. Producción continua .....	11

	1.3.4.3.	Producción por lotes.....	12
1.4.		Proceso de llenado.....	13
1.5.		Proceso de envasado.....	16
1.6.		Envase de botella de vidrio .....	19
1.7.		Tapón tipo corona .....	19
1.8.		Mantenimiento.....	20
	1.8.1.	Definición de mantenimiento .....	22
	1.8.2.	Actividades de mantenimiento.....	22
	1.8.3.	Efectividad.....	22
	1.8.4.	Tipos de mantenimiento .....	23
		1.8.4.1. Correctivo .....	24
		1.8.4.2. Preventivo .....	25
		1.8.4.3. Predictivo.....	25
		1.8.4.4. Productivo total.....	26
	1.8.5.	Administración.....	26
	1.8.6.	Organización y gestión.....	27
	1.8.7.	Control del mantenimiento.....	28
1.9.		Producción más limpia .....	28
	1.9.1.	Definición de producción más limpia .....	29
	1.9.2.	Antecedentes de la producción más limpia .....	29
		1.9.2.1. Relevancia de los aspectos ambientales en el entorno del desarrollo sostenible .....	31
		1.9.2.2. Complicación ambiental de los sectores productivos .....	32
		1.9.2.3. Impacto ambiental frente a la capacidad empresarial .....	32
	1.9.3.	Producción más limpia (PML) como estrategia de competitividad .....	34

1.9.3.1.	Factores de competitividad empresarial.....	35
1.9.3.2.	Gestión ambiental y la producción más limpia.....	35
1.9.3.3.	Niveles de aplicación de la producción más limpia .....	36
1.9.3.4.	Barreras para la aplicación de la producción más limpia .....	37
1.9.4.	Producción más limpia y sistemas de gestión .....	39
1.9.4.1.	Preámbulo de los sistemas de gestión ambiental.....	41
1.9.4.2.	Los sistemas de gestión ambiental.....	44
1.9.5.	Herramientas de la producción más limpia (PML) ..	46
1.9.5.1.	Definición de las herramientas de producción más limpia .....	46
1.9.5.2.	Clasificación de diferentes herramientas.....	46
1.9.5.3.	Descripción de herramientas de producción más limpia .....	47
1.9.5.4.	Metodología de aplicación integral de herramientas.....	47
1.10.	Norma ambiental ISO 14001:2004 .....	48
1.10.1.	Definición de la Norma ISO 14001: 2004 .....	48
1.10.2.	Objetivo .....	49
1.10.3.	Campo de aplicación .....	49
1.10.4.	Sistemas de Gestión Ambiental (SGA).....	49
1.11.	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) .....	50
1.11.1.	Ubicación del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales .....	50

1.11.2.	Funciones.....	50
1.11.3.	Estructura del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.....	52
1.12.	Centro Guatemalteco de Producción más Limpia (CGP+L).....	55
1.12.1.	Ubicación del Centro Guatemalteco de Producción más Limpia.....	56
1.12.2.	Funciones del Centro Guatemalteco de Producción más Limpia.....	56
1.12.3.	Estructura del Centro Guatemalteco de Producción más Limpia.....	57
2.	SITUACIÓN ACTUAL.....	59
2.1.	Departamento de Producción.....	59
2.1.1.	Funciones del departamento de Producción.....	64
2.1.2.	Diseño de la línea de producción.....	67
2.1.3.	Proceso de producción.....	67
2.1.3.1.	Despaletizadora.....	68
2.1.3.2.	Paletizadora.....	69
2.1.3.3.	Desempacadora.....	69
2.1.3.4.	Empacadora.....	70
2.1.3.5.	Área de Lavado.....	71
2.1.3.5.1.	Tanques de soda cáustica.....	72
2.1.3.5.2.	Tanques de enjuague ...	73
2.1.3.6.	Lavadora de cajas.....	74
2.1.3.7.	Verificadora de envases.....	74
2.1.3.8.	Área de Llenado.....	75
2.1.3.9.	Área de Envasado.....	78
2.1.3.10.	Carbonatador.....	79

	2.1.3.11.	Alimentador de tapas.....	80
	2.1.3.12.	Lubricación a base de agua.....	81
2.2.		Áreas auxiliares y de servicio .....	82
	2.2.1.	Jarabes.....	82
	2.2.2.	Calderas .....	83
	2.2.3.	Almacén de materia prima.....	87
	2.2.4.	Planta de tratamiento de aguas residuales.....	88
	2.2.5.	Centro de distribución.....	88
	2.2.6.	Talleres .....	89
	2.2.7.	Oficinas.....	89
2.3.		Departamento de Mantenimiento de Maquinaria y Equipo.....	89
	2.3.1.	Funciones del departamento de Mantenimiento .....	90
	2.3.2.	Organización y gestión .....	90
	2.3.3.	Control de mantenimientos.....	90
2.4.		Departamento de Salud Ocupacional.....	91
	2.4.1.	Funciones del personal del departamento de Salud Ocupacional.....	91
	2.4.2.	Seguridad industrial .....	92
2.5.		Departamento de Medio Ambiente .....	93
	2.5.1.	Funciones del departamento de Medio Ambiente... ..	93
	2.5.2.	Gestión del riesgo ambiental .....	93
	2.5.3.	Controles ambientales .....	94
2.6.		Factores ambientales del proceso .....	94
	2.6.1.	Consumo energético de la planta de producción....	95
	2.6.2.	Aguas residuales de la planta de producción. ....	96
	2.6.3.	Emisiones actuales durante el proceso productivo .....	97
	2.6.3.1.	Ruido .....	98
	2.6.3.2.	Olores .....	99

2.6.3.3.	Residuos sólidos .....	100
3.	PROPUESTA PARA APLICAR LOS PRINCIPIOS Y DIRECTRICES EN LA GESTIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL .....	101
3.1.	Revisión ambiental.....	101
3.1.1.	Fase I propuesta de reunión inicial.....	101
3.1.1.1.	Identificación de áreas y personal clave.....	101
3.1.1.2.	Delimitación del alcance de la propuesta .....	101
3.1.2.	Fase II entrevista con personal de producción .....	102
3.1.2.1.	Compromiso ambiental.....	102
3.1.2.2.	Inspección de la actividad .....	102
3.1.2.3.	Identificación y valoración de los efectos medio ambientales.....	103
3.1.3.	Fase III realización de informe .....	110
3.2.	Eco-mapa.....	110
3.2.1.	Mapa de desechos .....	110
3.2.2.	Mapa de agua .....	111
3.2.3.	Mapa de energía .....	111
3.3.	Eco-balance .....	111
3.4.	Matriz MED y análisis del ciclo de vida .....	111
3.4.1.	Materiales de entrada y salida durante el proceso productivo.....	114
3.4.2.	Consumo energético .....	114
3.4.3.	Desechos sólidos .....	114
3.5.	Análisis de riesgos ambientales .....	115
3.5.1.	Evaluación del riesgo .....	115
3.5.2.	Manejo del riesgo .....	115



3.5.3.	Comunicación del riesgo .....	116
3.5.4.	Riesgo para la explotación.....	116
3.5.5.	Riesgo para la salud.....	117
3.5.6.	Riesgos para otros ambientes .....	117
3.5.7.	Riesgos para los ecosistemas .....	117
3.5.8.	Categorización de los riesgos ambientales .....	117
3.5.8.1.	Consumo energético.....	118
3.5.8.2.	Aguas residuales .....	118
3.5.8.2.1.	Planta de tratamiento de aguas residuales ...	120
3.5.8.3.	Residuos sólidos.....	120
3.5.8.4.	Emisiones durante el proceso productivo .....	120
3.5.8.5.	Reducción de los riesgos ambientales .....	121
3.6.	Eco-indicadores.....	121
3.7.	Capacitaciones.....	121
3.7.1.	Personal interno.....	123
3.7.2.	Personal externo.....	123
3.8.	Presupuesto del departamento de Medio ambiente .....	123
3.8.1.	Operación .....	124
3.8.2.	Innovación .....	124
3.9.	Metodología de la aplicación integral .....	124
3.9.1.	Seleccionar alternativas a ser evaluadas .....	124
3.9.2.	Valorar alternativas.....	125
3.9.2.1.	Tipos de evaluación.....	125
3.9.2.2.	Evaluación técnica.....	125
3.9.2.3.	Evaluación económica.....	126

4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA .....	129
4.1.	Resultados de la revisión ambiental.....	129
4.1.1.	Fase I resultado de la reunión inicial .....	129
4.1.2.	Fase II resultado de la entrevista .....	130
4.1.3.	Fase III desarrollo del informe .....	131
4.2.	Elaboración de Eco-mapas .....	134
4.2.1.	Mapa de desechos en la planta de producción .....	134
4.2.2.	Mapa de agua en la planta de producción .....	136
4.2.3.	Mapa de energía de la planta de producción .....	137
4.3.	Implementación de Eco-balance .....	138
4.4.	Elaboración de matriz MED y análisis del ciclo de vida.....	140
4.4.1.	Material de entrada y salida durante el proceso productivo.....	140
4.4.2.	Consumo energético de la planta de producción ..	141
4.4.3.	Desechos sólidos en la planta de producción .....	142
4.5.	Resultados de los riesgos ambientales .....	142
4.5.1.	Evaluación del riesgo en el proceso de producción de bebidas .....	143
4.5.2.	Manejo del riesgo en la producción de bebidas ....	143
4.5.3.	Comunicación del riesgo .....	144
4.5.4.	Riesgo para la explotación en el proceso de producción.....	144
4.5.5.	Riesgo para la salud.....	144
4.5.6.	Riesgos para otros ambientes.....	144
4.5.7.	Riesgos para los ecosistemas.....	144
4.5.8.	Valorización de los riesgos ambientales.....	145
4.5.8.1.	Consumo energético en la elaboración de bebidas .....	145

4.5.8.2.	Aguas residuales en la producción de bebidas .....	145
4.5.8.3.	Planta de tratamiento de aguas residuales .....	146
4.5.8.4.	Residuos sólidos.....	146
4.5.8.5.	Emisiones durante el proceso productivo de elaboración de bebidas .....	146
4.5.8.6.	Reducción de los riesgos ambientales en la producción de bebidas .....	146
4.6.	Elaboración Eco-indicadores .....	147
4.7.	Planificación de capacitaciones.....	148
4.7.1.	Recurso humano .....	149
4.7.2.	Sensibilización.....	151
4.8.	Selección de la metodología para la aplicación integral .....	151
4.8.1.	Seleccionar alternativas a ser evaluadas .....	151
4.8.2.	Valorar alternativas.....	152
4.8.2.1.	Evaluación técnica.....	152
4.8.2.2.	Evaluación económica.....	152
4.8.2.3.	Selección de alternativas ambientales factibles .....	154
5.	MEDIO AMBIENTE .....	155
5.1.	Legislación nacional aplicable .....	155
5.2.	Producción más limpia en Guatemala .....	156
5.2.1.	Gubernamentales .....	157
5.2.1.1.	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala.....	157

5.2.2.	No gubernamentales .....	157
5.2.2.1.	Centro Guatemalteco de Producción más Limpia (CGP+L).....	158
5.3.	Cumplimiento con la Norma ambiental ISO 14001:2004.....	158
5.3.1.	Proceso de certificación .....	159
5.4.	Controles ambientales.....	159
5.4.1.	Internos .....	159
5.4.2.	Externos .....	159
5.5.	Medidas de mitigación ambiental al proceso productivo .....	164
5.5.1.	Consumo energético en la industria .....	165
5.5.2.	Aguas residuales en la industria.....	165
5.5.3.	Desechos sólidos en la industria .....	165
6.	MEJORA CONTINUA .....	167
6.1.	Monitoreo y evaluación de resultados.....	167
6.1.1.	Reunión con los responsables del proceso productivo.....	167
6.1.2.	Revisión del presupuesto del departamento de Medio Ambiente .....	167
6.1.2.1.	Operación.....	168
6.1.2.2.	Innovación en materia prima .....	168
6.2.	Indicadores de producción más limpia .....	168
6.2.1.	Cumplimiento .....	168
6.2.2.	Productividad.....	169
6.2.3.	Estadísticas .....	169
6.2.3.1.	Consumo energético en procesos industriales .....	169
6.2.3.2.	Aguas residuales en procesos industriales .....	170

6.2.3.3.	Residuos sólidos.....	171
6.2.3.4.	Emisiones durante el proceso productivo .....	172
6.2.3.5.	Reducción de los riesgos ambientales .....	172
6.2.4.	Evaluaciones periódicas de indicadores ambientales .....	172
6.2.5.	Controles de calidad ambiental en el proceso productivo .....	172
6.3.	Control de Indicadores de producción más limpia .....	173
6.3.1.	Implementación de listas de control.....	173
6.3.2.	Planes de acción .....	175
6.4.	Innovación .....	175
6.4.1.	Nuevas alternativas .....	175
6.4.2.	Capacitación de personal .....	176
6.5.	Auditorías .....	176
6.5.1.	Auditorías internas.....	176
6.5.2.	Auditorías externas.....	176
CONCLUSIONES .....		177
RECOMENDACIONES .....		179
BIBLIOGRAFÍA .....		181
ANEXOS .....		185



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Mapa de la ciudad de Guatemala .....	2
2.	Pirámide de la producción más limpia (PML).....	42
3.	Organigrama del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales MARN. ....	52
4.	Estructura de CGP+L .....	57
5.	Diagrama de Ishikawa.....	60
6.	Gráfico del diagrama de Pareto .....	63
7.	Esquema de la línea de producción .....	67
8.	Máquina despaletizadora de botellas de vidrio y plástico.....	68
9.	Pallet.....	69
10.	Desempacadora .....	70
11.	Cajilla de plástico .....	71
12.	Tanque de lavado de botellas .....	71
13.	Verificadora de envases.....	75
14.	Llenadora de botellas de vidrio .....	76
15.	Diagrama de flujo de línea vidrio .....	77
16.	Carbonatador .....	80
17.	Olfatómetro .....	99
18.	Suavizadores de agua dura .....	119
19.	Insumos y residuos del envasado de vidrio.....	133
20.	Eco-mapa de generación de desechos .....	135
21.	Eco-mapa uso de agua .....	136
22.	Eco-mapa uso de energía .....	137

23.	Lavado industrial de envases .....	139
-----	------------------------------------	-----

## TABLAS

I.	Matriz de priorización de las causas de emisiones .....	61
II.	Resultados de encuesta por ubicación .....	62
III.	Diagrama de Pareto .....	63
IV.	Costos de producción por caja de 8 onzas .....	66
V.	Análisis de gases de combustión para calderas Cleaver Brooks... 85	
VI.	Consumo energético por caja de 8 onzas.....	95
VII.	Consumo de agua por caja de 8 onzas .....	97
VIII.	Medición de ruido por ubicación .....	98
IX.	Tipo de residuo por ubicación .....	100
X.	Vías de entrada de los contaminantes.....	103
XI.	Efectos de los productos tóxicos .....	105
XII.	Matriz de evaluación de riesgo .....	108
XIII.	Matriz MED .....	112
XIV.	Consumo de vapor de lavadora línea 6 .....	119
XV.	Consumo de vapor de lavadora línea 7 .....	120
XVI.	Cronograma del plan de formación y capacitación .....	122
XVII.	Presupuesto del departamento de Medio Ambiente .....	123
XVIII.	Tabla de conversiones termodinámicas.....	128
XIX.	Informe de análisis.....	131
XX.	Consumo de energético enero a julio .....	138
XXI.	Consumos en toneladas de azúcar y dióxido de carbono.....	141
XXII.	Matriz MED .....	142
XXIII.	Plan de capacitación.....	149
XXIV.	Cálculo del valor presente neto.....	153
XXV.	Indicadores para productividad.....	169



XXVI.	Consumo energético de enero a julio por caja de 8 onzas.....	170
XXVII.	Indicadores para aguas residuales .....	171
XXVIII.	Indicadores para residuos sólidos.....	171
XXIX.	Indicador de costos por emisiones .....	172
XXX.	Lista de cotejo para medición de ruido por ubicación.....	173
XXXI.	Lista de cotejo para identificación de residuos I.....	174
XXXII.	Lista de cotejo para identificación de residuos II .....	174



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>Bhp</b>	Boiler horse power
<b>CO<sub>2</sub></b>	Dióxido de carbono
<b>SO<sub>2</sub></b>	Dióxido de sulfuro
<b>Lb</b>	Libra
<b>m</b>	Metro
<b>Co</b>	Monóxido de carbono
<b>NO</b>	Óxido de nitrógeno



## GLOSARIO

<b>Agua suave</b>	Agua con reducidas sales minerales. El agua suave o blanda puede ser adquirida mediante un tratamiento específico.
<b>Energía</b>	Se conoce como la capacidad de la materia para efectuar un trabajo o esfuerzo en forma de movimiento, calor, luz, entre otros.
<b>Energía eléctrica</b>	Forma de energía que se obtiene de una diferencia de potencial entre dos lugares o posiciones, esto a su vez posibilita determinar una corriente eléctrica entre ambos cuando se les coloca en contacto utilizando un conductor eléctrico con la finalidad de lograr un trabajo.
<b>Energía térmica</b>	Es el tipo de energía que se presenta en forma de calor.
<b>Tierra de diatomeas</b>	Las diatomeas son caracterizadas por ser algas cuya pared celular es muy distintiva, formada por dióxido de silicio hidratado. La tierra de diatomeas son los restos fósiles de las diatomeas. También denominada diatomita y es comúnmente empleada como insecticida natural y fertilizante.



## RESUMEN

Durante los últimos 10 años el crecimiento industrial en Guatemala ha sido muy notable, este vino acompañado de grandes beneficios como mejora en las infraestructuras, evolución en el uso de la tecnología y en general mayores oportunidades para ascender la calidad de vida, sin embargo, el crecimiento industrial trae consigo otros efectos para la sociedad y para el medio ambiente, para este caso el enfoque será en las consecuencias ambientales.

Como efecto de la industrialización, se van alterando las condiciones ambientales, se explotan los recursos naturales y se generan residuos y desechos contaminantes; derivado de lo anterior, se hace necesario crear compromisos y realizar estudios auxiliares dentro de las empresas para mitigar o disminuir el impacto ambiental en sus operaciones productivas, previniendo la contaminación y garantizando no impactar negativamente a los recursos naturales por medio de prácticas asociadas a la mejora continua.

El Departamento de Medio Ambiente de la empresa en estudio, no cuenta con un plan correctamente establecido para la gestión del riesgo ambiental en la línea de llenado y envasado en botella de vidrio, con base en esto, se ve la necesidad de establecer los principios y directrices para la misma.

Hoy en día se tienen ciertos controles implementados para gestionar algunos riesgos ambientales, y se ha detectado la ausencia de un plan robusto que defina los objetivos que estos controles deben alcanzar y como se deben medir con el fin de buscar la mejora continua referente a mitigar o eliminar todos los riesgos ambientales con los que se cuentan. Este trabajo de graduación dará

una guía para el mejor seguimiento de los riesgos ambientales identificados durante el mismo, en la línea de llenado y envasado en botella de vidrio.

La empresa en estudio está comprometida a realizar un desarrollo de sus operaciones de manera sostenible y derivado del compromiso de la empresa por minimizar el impacto ambiental en sus operaciones, previniendo la contaminación y cuidando los recursos naturales apalancados en la mejora continua, se hacen necesarios estudios que auxilien dicho compromiso y el presente trabajo de graduación busca retribuir dicha necesidad.

El desarrollo del trabajo de graduación también persigue satisfacer dicha necesidad, con el fin de desarrollar una estrategia ambiental preventiva y que forme parte de los procesos productivos, incorporando elementos que contribuyan al llenado y envasado en botella de vidrio con visión encaminada hacia el desarrollo sostenible.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Establecer principios y directrices para la gestión de riesgo ambiental en una línea de llenado y envasado en botella de vidrio, en una empresa de bebidas, para una producción más limpia.

### **Específicos**

1. Determinar de qué forma los sistemas de gestión ambiental favorecen la implementación de la producción más limpia (PML) al interior de una empresa.
2. Definir la situación ambiental en la línea de llenado y envasado en botella de vidrio.
3. Determinar los riesgos ambientales de la línea de llenado y envasado en botella de vidrio.
4. Diagnosticar los costos del proceso de producción.
5. Identificar los principales agentes que influyen en la generación de desechos y emisiones.

6. Categorizar los desechos y emisiones de la línea de llenado y envasado en botella de vidrio.
  
7. Analizar factores y estrategias que puedan ayudar a la minimización de los desechos y emisiones.

## INTRODUCCIÓN

En el mundo actual, los problemas ambientales han cobrado relevancia a gran escala y existe un interés significativo a nivel mundial por mitigar toda práctica que sea nociva para el ambiente. Hoy en día existen variedad de estrategias industriales, y tienen como fin común, dar un aporte significativo a una empresa en sus procesos de producción y derivado de este interés ambiental, la producción más limpia (PML), surge como una estrategia preventiva que se integra a procesos, productos y servicios, cuyo objetivo principal es aumentar la eficiencia y minimizar los riesgos asociados a repercusiones no deseadas en el medio ambiente.

La producción más limpia es entonces una estrategia integrada para vigorizar la competitividad empresarial mediante novedosas tecnologías, disminución de costos y riesgos en aspectos de salud humana, seguridad y medio ambiente.

La aplicación de estrategias de producción más limpia a una empresa tiene alcances internos como implementación de tecnologías alternativas, reingeniería de procesos, la calidad del producto, la disponibilidad de capital y la resistencia al cambio; y también alcances externos como la consideración de las políticas macroeconómicas y ambientales, aspectos financieros, demandas de la comunidad, las exigencias en el mercado por productos sostenibles y el acercamiento a tecnologías alternativas.

El presente trabajo de graduación busca aplicar las metodologías de producción más limpia (PML), a una empresa de bebidas, en la línea de llenado

y envasado en botella de vidrio. La empresa tiene operaciones desde hace más de 100 años. En sus inicios, su producción era artesanal, pero en la década de 1940, se consolidan como una empresa embotelladora de bebidas, de forma industrial. Para la década de 1990 se expanden a nivel centroamericano; y actualmente se consolida como una de las empresas embotelladoras a nivel nacional con mayor representación en el mercado.

La línea de llenado y envasado en botella de vidrio consiste básicamente en lavar la botella y secarla, llenarla del producto, sellar la botella con un tapón tipo corona o “tapita” y concluye con el traslado al área de Producto Terminado, para su distribución al consumidor. Se debe tener en consideración que este tipo de envase, botella de vidrio, tiene la particularidad de ser retornable, lo que significa que luego de ser consumido el producto por el usuario, el envase es retornado para entrar nuevamente en el proceso productivo.

El proceso de lavado de la botella debe garantizar la inocuidad antes que pase al proceso de llenado, porque, si el proceso no es efectivo y no puede ser reutilizado, genera desechos sólidos. También se utiliza envase nuevo en el proceso productivo.

La empresa en estudio tendrá que hacer la gestión para el manejo de dichos desechos sólidos, y gestionar las acciones para evitar el riesgo ambiental durante los procesos de producción, como por ejemplo el tratamiento de aguas residuales, eficientizarían consumo energético, entre otras.

Con la creación del Departamento de Medio Ambiente se mejorarán las prácticas medio ambientales durante el proceso productivo mediante la aplicación de la producción más limpia (PML), a las líneas de producción.

## **1. GENERALIDADES**

Se presentará aspectos históricos de la empresa en estudio, sus políticas, misión y visión que manifiestan las metas proyectadas, descripción general de los procesos de llenado y envasado en botella de vidrio, una reseña acerca de mantenimiento y producción más limpia (PML), junto con información de la norma ambiental ISO 14001:2004, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) y el Centro Guatemalteco de Producción más Limpia (CGP+L); todo esto para dar al lector un contexto general al campo donde se ejecutará el estudio.

### **1.1. Empresa embotelladora**

Empresa embotelladora o empaquetadora de bebidas es una empresa que tiene como propósito principal el envasado de brebajes para su distribución y consumo. Se encargan de combinar los ingredientes de la bebida, para después introducir el producto en recipientes como botella de vidrio, latas, entre otros.

#### **1.1.1. Ubicación**

Geográficamente la empresa de bebidas está basada en la ciudad de Guatemala. Colinda al norte con la zona 11 de la ciudad de Guatemala y al sur con el municipio de Villa Nueva, al este con la zona 13 de la ciudad de Guatemala y al oeste con el municipio de Mixco.

Figura 1. **Mapa de la ciudad de Guatemala**



Fuente: Google Maps. *Ubicación de embotelladora La Mariposa.*<https://www.google.com.gt/maps/@14.5814995-90.5308965,13.25z?hl=es-419>.  
Consulta: noviembre de 2016.

### 1.1.2. **Historia**

Esta gran industria del refresco en Guatemala data sus inicios en 1885, Enrique Castillo Córdova fundó una empresa dedicada a la producción de bebidas, denominada: Fábrica de Bebidas Gaseosas Centro Americana.

A sus escasos dos años, desde el inicio de operaciones, ya realizaba la producción de la única soda aprobada por la Facultad de Medicina para el consumo masivo, esto detonaba su excelente calidad. En 1889 fueron liberados al mercado varios sabores con la finalidad de diversificarse y utilizaron a la prensa como medio de comunicación para apalancar sus campañas de publicidad.

En esos años las bebidas aún eran elaboradas de forma artesanal, y se hacían muchos esfuerzos por la calidad de los productos, así, el 15 de septiembre de 1904 la fábrica obtuvo su primer galardón, La Medalla de Oro a la Calidad, premio que fue otorgado por el jurado de La Feria Industrial de Guatemala.

La distribución en la ciudad de Guatemala se llevaba a cabo con carretas, haladas por mulas, ahora bien, la distribución hacia el interior del país (principalmente en dirección al nororiente), se realizaba usando el ferrocarril.

En 1934 se compró la Fábrica de Bebidas Gaseosas y de Hielo La Mariposa, con esto se buscaba ampliar aún más su portafolio y satisfacer de forma oportuna el crecimiento del mercado.

En 1936 asumieron la responsabilidad de la administración de la fábrica La Mariposa, Enrique, Roberto, Oscar y Jorge Castillo Valenzuela, quienes supieron responder a los requerimientos del mercado mediante el desarrollo de nuevos sabores y presentaciones, entre ellos Rica, una de las bebidas que conserva una marcada preferencia desde 1939 hasta estos días.

En 1940 derivado del notorio crecimiento del mercado y también de la expansión de la empresa, la automatización se hizo presente en la fábrica, con la adquisición de equipos más modernos que aumentarían las eficiencias y capacidad de producción. También se migró hacia una distribución que usaría camiones en lugar de carretas haladas por mulas.

En 1942 se le otorgó a la fábrica La Mariposa, Guatemala, la franquicia para la producción y venta de los productos de The Pepsi Cola Company, principalmente Pepsi Cola.

Meses más tarde, el lanzamiento de Pepsi Cola en Guatemala puso en evidencia que la empresa ha sido pionera en sus estrategias de mercadeo. Se utilizaron en esa oportunidad periódicos, revistas y radio en el ámbito nacional, causando un gran impacto en todos los habitantes del país.

Esta importante alianza trajo consigo un crecimiento significativo de la fábrica, en especial a partir de 1949, cuando The Pepsi Cola Company lanzó mundialmente una nueva presentación y una nueva imagen, que le permitió incrementar su participación en los grandes mercados mundiales y también en Guatemala.

En 1960 la empresa arranca con uno de los esfuerzos más importantes de proyección hacia la comunidad, con una activa participación en el apoyo y promoción del deporte nacional. En la actualidad este programa continúa en forma exitosa.

En 1973 la empresa fue condecorada con el Premio de Crecimiento en Ventas otorgado por The Pepsi Cola Company, esto en reconocimiento al éxito logrado desarrollando la marca Pepsi Cola y al visible crecimiento de la empresa.

En 1976, respaldados con su fuerza laboral, la embotelladora logra ser líder en el mercado guatemalteco, posicionando los productos de Pepsi Cola y los productos propios de Mariposa en lo más alto del mercado nacional.

En 1988 se realizaron cambios sustanciales que apalancarían a la empresa para enfrentar los retos de la globalización, se introducen entonces, nuevas políticas y procedimientos que permitirían institucionalizar y profesionalizar al grupo, todo esto respaldado por la junta directiva.



Se ponen todos los esfuerzos en lograr la competitividad, por medio de una política de economías de escala, programas de desarrollo y capacitación para el capital laboral, estrategias creativas de mercadeo y alianzas estratégicas con clientes y proveedores.

En reconocimiento a estos cambios, que trajeron mucho éxito al grupo, The Pepsi Cola Company otorga a la corporación el premio Embotellador Latinoamericano del Año, premio que sería logrado en dos ocasiones consecutivas.

La corporación fortalece su relación con una de las partes interesadas, específicamente con las comunidades, realizando fuertes inversiones en infraestructura para masificar su producción y trayendo con esto mucha más demanda de trabajo para soportar la economía local, apoyar actividades sociales, proyectos para promover el desarrollo en temas de educación y de sociedad, por medio de la Fundación María Luisa Monje Castillo.

La empresa tiene una visión a largo plazo y tiene sus pilares fundamentados en el liderazgo, ética empresarial y excelencia operativa. Sus fortalezas están apalancadas en sus valores y principios, algo que ha sido empujado por sus fundadores desde sus inicios y que la ha llevado a posicionarse como una de las más fuertes del sector.

En el presente funcionan en Guatemala alrededor de cuarenta empresas en las que participan empresarios importantes que producen y distribuyen todas las marcas en el portafolio del grupo, garantizando el posicionamiento de todas ellas por medio de equipos de alto desempeño enfocados en tener una producción sostenible.

### **1.1.3. Misión**

“Somos gente competitiva que crea relaciones sólidas con nuestros clientes y consumidores a través de las mejores propuestas de valor.”<sup>1</sup>

### **1.1.4. Visión**

“Ser la mejor compañía de bebidas de las Américas, creando valor sostenible, ofreciendo a los consumidores las mejores experiencias con nuestras marcas y contribuyendo a un mundo mejor.”<sup>2</sup>

### **1.1.5. Valores**

“Los valores que cuenta empresa son:

- Soñamos en grande
- Somos dueños
- Gente excelente
- Integridad
- Gestión
- Nos apasiona lo que hacemos.”<sup>3</sup>

### **1.1.6. Políticas**

Las políticas internas de la empresa son un conjunto de reglas y estándares documentados que establecen pautas a seguir en áreas como los procesos adecuados y el comportamiento esperado de los empleados. Es común que las políticas internas cumplan con diferentes requisitos legales, aunque el contenido

---

<sup>1</sup> Embotelladora La Mariposa. *Memoria de labores 2017*. p. 6.

<sup>2</sup> *Ibíd.*

<sup>3</sup> *Ibíd.*

de las políticas utilizadas por las empresas no siempre es el mismo, ya que también dependen de la industria y la ideología corporativa.<sup>4</sup>

#### **1.1.6.1. Política de seguridad industrial**

La declaración de política debe proporcionar una dirección transparente sobre los objetivos y planes de la empresa para la salud y seguridad ocupacional. Los siguientes puntos son temas que deben incluirse en la declaración:

- Garantizar el compromiso con un lugar de trabajo seguro y saludable y la integración de la salud y seguridad ocupacional en todos los procesos de trabajo: todos los negocios parten de una dirección.
- No se limite a la legislación básica de seguridad y salud en el trabajo como el estándar más alto, sino que asegúrese de que los procedimientos y directrices de trabajo se centren en la prevención, incluso si deben estar regulados por estándares internacionales.
- Garantiza la responsabilidad de todos los empleados por la salud y seguridad ocupacional y se compromete a mantener un lugar de trabajo seguro.
- Compromiso de todos los niveles de gestión para implementar y asegurar que se cumplan todos los requisitos de seguridad y salud ocupacional dentro de su área de responsabilidad.
- Asegurar que exista una comunicación efectiva en todos los niveles de la organización sobre salud y seguridad ocupacional para la implementación efectiva de políticas.

---

<sup>4</sup> Embotelladora La Mariposa. *Memoria de labores 2017*. p. 11.

### **1.1.6.2. Política medio ambiente**

Es un compendio de metas y objetivos formales relacionados con el medio ambiente. Es esencialmente una guía para mejorar el medio ambiente y su cumplimiento es fundamental para asegurar el éxito de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA), de forma sostenible.

## **1.2. Industria de bebidas en Guatemala actualmente**

El sector de alimentos y bebidas pertenece al sector de la industria o actividad económica de las industrias manufactureras, según la Clasificación Internacional Uniforme de la Industria (CIIU), utilizada por Naciones Unidas para clasificar sistemáticamente todas las actividades económicas. La CIIU proporciona una guía que permite a los diferentes países clasificar sus datos estadísticos en categorías que permiten la comparación internacional. Lógicamente, cada país tiene una clasificación industrial que se adapta a su realidad, atendiendo necesidades específicas según su nivel de desarrollo y estructura productiva.

En Guatemala, el sistema de cuentas nacionales se refiere a la Enmienda 3 de la CIIU, aprobada en 1989 y utilizada en el país desde 2007. Nivel superior de la CIIU Rev. 3 incluye 17 categorías económicas, en las que la subsección D se refiere al sector manufacturero. carrera profesional. La modificación física y química de materiales y creación de nuevos productos, sin importar que el trabajo se realice de forma manual o automatizada, en una fábrica o en casa, o bien, que el producto sea en volúmenes altos o pequeños, es la definición textual que la CIIU da a la industria manufacturera.

### **1.3. Línea de producción**

Una línea de producción está compuesta por una serie de subsistemas interconectados, como mecánicos, hidráulicos, neumáticos, electrónicos, entre otros. Es esencialmente una secuencia de actividades en las que máquinas, herramientas, personal y sistemas de control de calidad operan a velocidad controlada, pasando de un puesto de trabajo a otro, en una secuencia autónoma específica, con el fin de crear productos adaptados a las necesidades del consumo humano. Al agregar lo anterior, se puede simplificar la introducción de diferentes materias primas en diferentes etapas para crear el producto final. Algunos tipos de líneas de producción se explicarán en la siguiente sección.

#### **1.3.1. Características de la industria de bebidas**

Entre los pilares de la industria de bebidas se pueden enumerar las siguientes particularidades:

- Poco tiempo de inactividad en las estaciones
- Alta calidad (tiempos óptimos para que el personal termine las tareas)
- Reducido costo de capital
- Almacenes en medio de las operaciones o transportaciones
- Transporte entre las estaciones eficiente
- Diversas velocidades de transportación entre estaciones

#### **1.3.2. Conformación de la línea de producción**

- Entrada de materias primas
- Actuación de mano de obra necesaria
- Conversión de la materia prima

- Fase de prueba y auditoría
- Acopio de materia prima convertida

### **1.3.3. Tipos de líneas de producción**

Hay varios modelos de líneas de producción industrial entre ellos están:

- La producción en masa es una línea de producción que produce pequeñas cantidades de productos idénticos. Puede suponer mucho trabajo, aunque los conceptos de creación de prototipos o modelado ayudan a simplificar la fabricación. La máquina se puede reemplazar fácilmente cuando se necesita producir otro lote de productos.
- Producción en masa: la fabricación de cientos de productos idénticos. Esto implica para los propietarios de una instalación industrial de este tipo, el montaje de un número indefinido de piezas y repuestos que se pueden adquirir a otras empresas. Durante la producción en masa, existen actividades automatizadas que permiten obtener un mayor volumen de producto utilizando mano de obra menos calificada.
- Fabricación tarea a tarea: producción bajo pedido. Por lo general, solo producen un producto a la vez. Se necesita mucho trabajo. Los productos se pueden fabricar a mano o mediante una combinación de métodos manuales y mecánicos.
- Producción en línea: aquí se producen miles de productos idénticos. La diferencia entre esto y la producción en masa es que la línea de producción funciona constantemente las 24 horas del día, los 7 días de la semana. De

esta manera, puede maximizar la producción y eliminar los costos adicionales de tiempo de inactividad y reinicios.

#### **1.3.4. Clasificación de los sistemas de producción**

Si bien existen varios sistemas de producción, encontrar uno en su forma más pura será difícil, porque la mayoría de ellos son sistemas híbridos, lo que significa que varios sistemas de producción se combinan para formar uno. Normalmente se distinguen los 3 sistemas de producción diferentes, estos son:

##### **1.3.4.1. Por proyectos**

La fabricación por proyecto se utiliza generalmente cuando se obtienen uno o más productos durante la producción durante una fase de producción. Pasan por una serie de etapas y la condición es que no puedan iniciar una nueva si no se completa la anterior.

##### **1.3.4.2. Producción continua**

Esto sucede cuando se eliminan el tiempo de espera y el inactivo, de modo que siempre se realizan las mismas operaciones, en la misma máquina, para obtener el mismo producto, con un diseño de cadena. También puede denominarse configuración por producto. Cada máquina y dispositivo está diseñado para realizar siempre la misma operación y está configurado para reanudar automáticamente el trabajo realizado por la máquina anterior. Los operadores realizan la misma tarea, en el mismo producto.

### **1.3.4.3. Producción por lotes**

En la producción por lotes se detallarán de tres clases:

- Producción por lotes en talleres o a medida

En el tipo de producción por lotes se requieren una serie de operaciones no específicas para la obtención del producto, realizadas por el mismo trabajador o equipo que se encarga de todo el proceso. Por lo general, el lote lo diseña el cliente y generalmente consta de varias unidades de producto.

- Producción Batch (lotes)

Se caracteriza por la elaboración de productos por lotes. Cada lote de producto se mueve de una actividad o estación de trabajo a otra. En este caso, el proceso de adquisición de producto requiere más operaciones y estas operaciones son más especializadas, por lo que es difícil que un mismo operador las domine todas.

- Producción en línea

El flujo en línea se caracteriza por una secuencia lineal de operaciones. El producto se mueve de un paso a otro de forma secuencial y de principio a fin. Esto implica producir grandes lotes de varios productos diferentes, pero técnicamente idénticos, utilizando los mismos medios para ellos.



#### **1.4. Proceso de llenado**

El embotellado es una de las principales operaciones de envasado de productos líquidos en la industria del envasado.

El diagrama de flujo del proceso y su complejidad varían según el tipo de embotellado del producto, la capacidad de producción de la industria, el tipo de botella y el método de embotellado, entre otros. Estos pasos se pueden modificar o eliminar, según las necesidades de la empresa. Se enumeran las diferentes etapas que pueden intervenir en el proceso de llenado, desde la recepción de las botellas hasta la comercialización del producto.

- **Entrada de las botellas**

Las botellas se reciben al inicio del proceso de fabricación, tanto si proceden de un tercero, si son producidas por la misma empresa durante el proceso anterior como si son consignadas.

- **Limpieza de las botellas**

Las botellas se someten a un meticuloso lavado y esterilización, garantizando la seguridad de las botellas. Para ello, se puede utilizar una lavadora, soplador, desionizador o dispositivo mixto para limpiar el recipiente con aire, aire estéril, agua, agua ionizada, alcohol, producto bactericida, vapor, agua saturada, sosa cáustica, entre otros. Esta fase se puede concluir con la incorporación de un dispositivo que controla electrónicamente las botellas y garantiza su absoluta limpieza.

- Traslado

El enlace central entre las diferentes fases son las cintas transportadoras.

- Llenado de las botellas

Las botellas entran en la cinta transportadora con una estrella, las colocan sobre soportes móviles que las levantan sujetándolas por el cuello, hasta que se inserta el pico en ellas. Durante este paso, dependiendo de las características del producto, se pueden utilizar diversos sistemas de dosificación y llenado, por ejemplo, presurizado, isostático, vacío, peso, pistón, computador lineal, rotativo, mono-bloque y otros. Los dos principales sistemas de llenado son:

- Llenado volumétrico

Este procedimiento de llenado controla la cantidad de líquido que se introduce en la botella midiendo su volumen. Ofrece diversidad tanto en capacidad dosificadora como en condiciones de trabajo, en función del tipo de líquido a llenar, permitiendo el llenado de productos de muy distintas viscosidades como agua, leche, zumo, detergente, entre otros. Normalmente llenado de botellas de PET.

- Llenado por gravedad a nivel

Es un mecanismo de llenado por medio de gravedad a nivel. Adecuada para productos muy fluidos como bebidas carbonatas, cerveza, agua, vinagre, vino, entre otros.

- Sellado de las botellas

Al igual que en el caso del llenado, existen muchas alternativas al embotellado, utilizando sistemas como: hilo plástico, cierre a presión, rollo, con cuentagotas, tapón, corcho, tapón, cierre de papel plateado, entre otros sistemas. Entre los sistemas más populares que se han encontrado:

- Sistemas de cierre a presión

Para realizar el sellado, la máquina está equipada con un dispositivo de alimentación para tapones de plástico o corcho con cierre mecánico a presión. El dispositivo está formado por los siguientes componentes: tapón de tolva, disco de distribución, rampa de descenso y disco de cierre.

- Sistemas de cierre a rosca

En la última fase y sincronizado con el resto de la maquinaria, el sistema lleva adaptado un conjunto de cabezales roscadores regulables, aptos para cualquier forma de botella.

- Etiquetado

Seguidamente se continúa con la fase de etiquetado de la botella, este contiene información básica del producto y otros requerimientos para el cumplimiento del marco legal, según corresponda. Existen múltiples procesos de etiquetado: pegado a bajas temperaturas, pegado a altas temperaturas o *hotmelt*, termo-contráíbles, lineales, rotativas, etiquetas autoadhesivas, bobinas y modulares.

- Túneles de pasteurización

La pasteurización es necesaria en muchos productos alimenticios embotellados. La pasteurización es un proceso físico que logra la estabilidad biológica con el fin de mantener las propiedades originales de un producto durante mucho tiempo. Para ello, el producto envasado se somete a una determinada temperatura establecida según lo requiera el producto envasado. En el caso de las botellas, esto se suele hacer rociándolas uniformemente con agua o vapor en unas condiciones adecuadas a las necesidades del producto.

- Sistemas de control

Llevan integrados medios de inspección y descarte del nivel de llenado, cantidad de etiquetas puestas, sellado correcto del tapón, unidades entregadas, entre otros.

- Llenado de cajas, paletizado y distribución

Cuando las botellas salen del sistema de control, son almacenadas en cajas, para luego ser puestas en pallets y quedar listas para su distribución. Lo usual es que sean almacenadas en un centro de distribución, aunque, también pueden ser distribuidas al cliente final.

## **1.5. Proceso de envasado**

Se le llama envase al recipiente o contenedor que está en contacto directo con el producto final. Su finalidad es almacenar, preservar, e identificar el producto: así mismo, se usa para la manipulación y venta del producto. Un ejemplo claro de un envase es una botella de vidrio que contiene un líquido consumible.

Por su nexa con el producto a envasar, se clasifican en:

- Envase primario

Es algo que entra en contacto directo con el producto, casi siempre permanece ahí hasta su consumo. Por ejemplo, si el compromiso es producir refrescos, entonces la botella de vidrio que los contiene es el recipiente principal. Las características del producto deben estar indicadas en el embalaje.

- Envase secundario

Es el contenedor para el embalaje principal, pero también de todos los accesorios de embalaje (por ejemplo, separadores como cuadrados de cartón, malla plástica, poliestireno, entre otros). Muchas veces este segundo envase se usa para exhibir el producto y también actúa como protección y brinda información sobre las propiedades del producto. Por lo general, este tipo de embalaje se desecha después de la compra del producto. En el ejemplo de la industria de bebidas, la caja secundaria es una caja de plástico que contiene varias botellas de vidrio, separadas por divisiones en la misma caja.

- Envase terciario

Se utiliza para juntar, manipular, almacenar y mover productos. Contiene contenedores primarios y secundarios y, para el mismo ejemplo, podría ser un pallet en el que se apila la caja (secundaria) que contiene las botellas de vidrio (primarias) que contienen el producto final (bebida).

Por su duración y composición, los envases se clasifican en:

- Envases retornables

Son hechos para regresarlos al envasador, para que sean sometidos a procedimientos de limpieza y posteriormente ingresar nuevamente a todo el proceso hasta ser llenados con producto nuevamente, por ejemplo, los envases de vidrio para bebidas carbonatadas (envase primario retornable).

- Envases no retornables

Son hechos para un uso únicamente y ser desechados luego de su utilización. Por ejemplo, usando un producto perecedero como el jamón, el envase plástico (primario), cuando es consumido el producto, se lo descarta.

- Envases reciclables

Son hechos para luego reprocesarlos después de usarlos, obteniendo un producto similar o diferente al original pero que se conforma del material reprocesado, se dice entonces que existe una reutilización de los materiales que componen al envase. Cabe resaltar que usualmente todos los envases cumplen con este fin, lo que es un aspecto importante para el medio ambiente y los temas de sostenibilidad.

El papel, el cartón, el aluminio, el plástico y el vidrio son ejemplos de los materiales utilizados para producción de envases. Estos envases se caracterizan por tener símbolos, regularmente impresos, que identifican internacionalmente su proceso de reciclaje.

## **1.6. Envase de botella de vidrio**

Los frascos de vidrio industrial son una de las normas que se utilizan en la industria alimentaria, una característica de este tipo de frascos es que el diámetro de la boca o boca es reducido, lo que permite envasar productos líquidos.

El vidrio utilizado en la fabricación de las botellas es la cal sodada, donde las características distintivas de estos envases son: color, estilo de tapón aplicable (según el tipo de boca utilizada), también a elegir o no proteger el tapón para estar cerrado.

Una de las ventajas de las botellas de vidrio es que el aroma del producto se conserva mejor, especialmente con el almacenamiento a largo plazo porque el vidrio es impermeable a los gases, vapores y líquidos.

Por otro lado, es químicamente inerte frente a líquidos y productos alimenticios, porque no presenta problemas de compatibilidad. Otra característica es que es un material higiénico, fácil de limpiar y desinfectar, además de inodoro, no imparte ni altera los sabores; Esta es la garantía de mantener las propiedades organolépticas y gustativas de los alimentos. Puede colorearse y, por lo tanto, ofrece protección contra los rayos UV que pueden dañar el contenido; Si se desea, la transparencia permite la inspección visual del producto.

## **1.7. Tapón tipo corona**

Un tapón corona, también conocido en España y Sudamérica como plato, en México como corcholata, en Panamá como complemento a una botella de vidrio o aluminio, generalmente una bebida, que se usa para taponarlos en la fábrica (como botellas de cerveza), no se pueden reutilizar y es mejor que los

consumidores utilicen un abrebotellas para abrirlos, aunque algunas variedades más modernas se pueden abrir manualmente (botón), y fue inventado por William Painter en 1891.

A diferencia de los tapones normales, no se inserta dentro de la botella, sino que, mediante máquinas especiales, se fijan en la parte exterior del cuello de la botella. Hay fábricas en todo el mundo donde se fabrican estos tapones corona y los proveedores son los embotelladores de los productos: agua mineral, cervecerías y fábricas de bebidas de todo tipo. Los tapones se entregan al embotellador con diferentes símbolos que indican la marca del producto y crean un diseño donde la publicidad juega un papel importante, por el contrario, algunos tapones no designan ninguna marca. o cualquier diseño, ampliamente utilizado en etiquetas blancas y algunas de las muchas cervecerías artesanales para mantener bajos los costos, se llama corcho genérico.

El tapón o tapón de la placa tiene un tapón interno de plástico o goma para ajustar entre el cuello de la botella y la placa para asegurar la estanqueidad del producto en sí, en la antigüedad este material era un corcho.

También se han introducido desde 2009 en una tapa de corona fácil de abrir que incluye incorporar un anillo en la tapa y en este caso no se necesita un abridor de tapa, se llaman RingCrown literalmente tapa redonda, no parece un futuro sustituto de los platos, pero para atraer la atención de los consumidores para aumentar las ventas.

## **1.8. Mantenimiento**

Hoy en día, el mantenimiento es cada vez más importante a medida que los avances tecnológicos han colocado un grado cada vez mayor de mecanización y



automatización de la producción, exigiendo una calidad cada vez mayor. Por otro lado, la fuerte competencia comercial hace necesario que un sistema de producción o servicio alcance un alto grado de confiabilidad para satisfacer plenamente las necesidades del mercado.

Así, el mantenimiento se convierte en un tipo alternativo de servicio o sistema de producción cuya gestión es paralela. En consecuencia, ambos sistemas deben recibir la misma atención, incluso si la experiencia ha demostrado que se presta la mayor atención a la actividad de producción o de servicios en sí.

Se ha demostrado que las organizaciones eficaces tienen un sistema de mantenimiento eficaz. El mantenimiento debe entenderse como la aplicación de un sistema adaptado a las necesidades de cada empresa, que toma en cuenta las características y estado técnico de los equipos allí instalados.

En el campo del mantenimiento, se aplican diferentes estrategias de selección de sistemas a cada equipo; pero la mayoría de ellos no toman en cuenta la naturaleza del error, aunque este factor es importante para el uso óptimo de los recursos en el área analizada.

Otros aspectos que a menudo no se tienen en cuenta en la selección de estrategias de mantenimiento viables son el grado de riesgo que la falla representa para el operador o el medio ambiente y los impactos cualitativos en el proceso.

### **1.8.1. Definición de mantenimiento**

Grupo de tareas y procedimientos encaminados a la preservación y buen funcionamiento de la maquinaria, equipos e instalaciones, de forma tal que continúen funcionando en óptimas condiciones, logrando el objetivo para el cual fueron puestas en funcionamiento y evitando o mitigando las fallas durante su vida útil.

### **1.8.2. Actividades de mantenimiento**

Las tareas o procedimientos de mantenimiento se pueden ejecutar según diferentes sistemas y se aplican acorde a las propiedades del activo y los criterios de gestión.

Se diferencian las actividades de mantenimiento aplicables a plantas, equipos y maquinarias fijas y móviles, edificios industriales, comerciales o de servicios específicos, rehabilitación de terrenos y cualquier tipo de propiedad productiva. Asimismo, afecta a máquinas, herramientas, equipos y herramientas, equipos de producción, edificios y todas sus instalaciones auxiliares.

### **1.8.3. Efectividad**

Para que el trabajo de mantenimiento sea efectivo, es necesario controlar, planificar el trabajo y distribuir bien la mano de obra, minimizando así los costos, el tiempo de inactividad de los equipos de trabajo y otros factores.

La confiabilidad es la probabilidad de que un activo se desempeñe bien durante un período de tiempo, bajo condiciones operativas específicas. En la práctica, la fiabilidad se mide como el tiempo medio entre ciclos de mantenimiento

o el tiempo medio entre dos fallos consecutivos (TMEF): un sistema, dispositivo, máquina o equipo es, por tanto, más fiable, porque el tiempo TMEF mencionado anteriormente es más largo.

La confiabilidad de un aparato, máquina o planta, ya sea simple o con pocos componentes en serie, es más que la confiabilidad de una instalación compleja con muchos componentes en serie. Solo recuerde que, en una cadena de procesos en línea, cuando uno de ellos se detiene, todo el proceso se detiene.

#### **1.8.4. Tipos de mantenimiento**

Los sistemas de mantenimiento han cambiado significativamente con el tiempo y hoy en día no se puede ignorar ninguna de sus diferentes formas y versiones.

“Quizás, en los albores del desarrollo industrial, las actividades de mantenimiento se limitaban a realizar reparaciones o cambiar piezas después de una avería o, en algunos casos, justo antes de que llegara allí.”<sup>5</sup>

En la actualidad, existen diferentes sistemas de apoyo al servicio de mantenimiento de las fábricas en operación, algunos de ellos se enfocan no solo en la tarea de reparar fallas sino también en intentar actuar antes de exportar. capacitados, al igual que los de la fase de planificación.

---

<sup>5</sup> MONCHY, Francois. *Teoría y práctica del mantenimiento industrial*. p. 8.

#### 1.8.4.1. Correctivo

Se realiza cuando han ocurrido eventos no deseados, que suelen ser por algún desperfecto de la maquinaria y en este caso serán de emergencia, también pueden realizarse de forma programada para prevenir llegar al punto de falla.

- Mantenimiento correctivo de emergencia

Ambos trabajos de mantenimiento correctivo se basan en determinados eventos, incluida la reparación de una avería a medida que se produzca en el menor tiempo posible para evitar mayores costes y daños a los materiales y seres humanos.

“Este mantenimiento se aplica generalmente a sistemas complejos, a menudo componentes electrónicos, y en procesos que pueden interrumpirse en cualquier momento y para siempre sin comprometer la seguridad.”<sup>6</sup>

- Mantenimiento correctivo programado

Como el anterior, corrige errores y actúa muchas veces ante un hecho determinado. La diferencia con esto es que la urgencia del primero no existe, pero se puede programar el trabajo para que se realice en el futuro cercano habitual sin afectar la producción.

Regularmente, el dispositivo está programado para apagarse, pero antes de eso, las tareas que deben realizarse en él se acumulan y se programan para su ejecución, lo que no se puede realizar con el dispositivo

---

<sup>6</sup> MONCHY, Francois. *Teoría y práctica del mantenimiento industrial*. p. 9.

activo. Lógicamente aprovecha tiempos muertos, contrarreloj, periodos de baja demanda, fines de semana, festivos, entre otros.

#### **1.8.4.2. Preventivo**

Se realiza para prevenir las fallas con base en parámetros de diseño y supuestas condiciones de trabajo.

La cuna de este tipo de mantenimiento radica en el análisis estadístico de la vida útil de los equipos y sus elementos mecánicos, y en la realización del mantenimiento apoyándose en la sustitución periódica de los elementos independientemente del desgaste o uso que hayan tenido las piezas al momento del cambio.

Por tanto, se puede decir que este tipo de mantenimiento intenta anticipar la ocurrencia de fallas, evitando que ocurran a través de mantenimientos, reparaciones o reemplazos programados. “Está claro que ningún sistema puede anticiparlos sin prevenirlos de alguna manera. La base de información proviene de fuentes dentro de la organización y de fuentes externas a la organización.”<sup>7</sup>

#### **1.8.4.3. Predictivo**

Previene las fallas basándose en análisis que indican las tendencias.

La mayoría de las fallas son graduales y precedidas, en algunos casos dan indicaciones claras de una falla futura que simplemente se notan. En otros casos, es posible observar las tendencias de falla del activo, monitoreando la condición,

---

<sup>7</sup> MONCHY, Francois. *Teoría y práctica del mantenimiento industrial*. p. 10.

es decir, seleccionando, midiendo y monitoreando algunos parámetros relevantes que representan el correcto funcionamiento del activo.

Dicho de otra forma, con este enfoque se trata de trazar, el curso de futuras fallas. Un diagnóstico se realiza en base al desarrollo o tendencia de una o más características medibles, y se comparan con valores establecidos como aceptables para dichas características. Por ejemplo, pueden ser: temperatura, presión, velocidad lineal, velocidad angular, resistencia, ruido y vibración, rigidez dieléctrica, viscosidad, humedad, impurezas y cenizas en el aceite aislante, espesor de placa, nivel de líquido, entre otros.

#### **1.8.4.4. Productivo total**

Este sistema conocido por las siglas TPM (total productive maintenance), pone a todo el personal de la empresa, en la labor de realizar un programa de mantenimiento preventivo, con el fin de incrementar la efectividad de los bienes. Con él se busca alcanzar la meta de cero accidentes, cero defectos y cero fallas.

El programa se enfoca en el elemento humano de toda la empresa, donde se asignan tareas de mantenimiento para ser realizadas en pequeños grupos, a través de la promoción del liderazgo.

#### **1.8.5. Administración**

En la rama de la ingeniería, se sabe que normativas, programas, programas de mantenimiento, entre otros, son pautas que se deben seguir, pero a medida que avanza la experiencia, se deben modificar o incluso eliminar.

La flexibilidad que necesitas para mejorar un sistema, programa, formato, entre otros, eso es lo que significan los programas de mantenimiento dinámico, bueno, tienes que ser dinámico. Se desarrollan sobre la base de la experiencia previa en el sitio, el conocimiento del líder o del equipo, el catálogo de equipos, las recomendaciones del fabricante.

### **1.8.6. Organización y gestión**

Organizar un sistema de mantenimiento que incluya definir las políticas y procedimientos necesarios para mantener la propiedad en funcionamiento con personal calificado. La organización debe desarrollarse mediante el desarrollo de programas de inspección y un cronograma tentativo para su implementación.

Las tareas de mantenimiento se pueden organizar y gestionar de diferentes formas. Las siguientes características aplicables a todos, excepto TPM, constituyen una filosofía de mantenimiento particular y deben integrarse en el plan de producción.

Primero se debe decidir si el mantenimiento se realizará con personal privado o con la ayuda de un tercero, teniendo en cuenta que incluso en este último caso habrá cierto tipo de personal que garantizará el mantenimiento apoyado. en caso de urgencia.

Una vez realizada la inspección, se generan una serie de órdenes de trabajo, distinguiendo qué órdenes no requieren trabajo adicional y cuáles indican que se requiere reparación. Para cada reparación solicitada se puede elaborar una hoja de trabajo indicando la necesidad de mantenimiento, indicando su prioridad en el sistema de programación y el plan general de la obra o equipo a reparar, realizar o examinar.

Todo equipo sujeto al programa de mantenimiento contará con un archivo en el que se recogerá toda la información generada por el propio programa de mantenimiento y durante las distintas reparaciones o intervenciones realizadas.

### **1.8.7. Control del mantenimiento**

El control del mantenimiento de cualquier instrumento, procedimiento o sistema debe abarcar los siguientes aspectos:

- Planificar meticulosamente cada trabajo específico
- “Proveer las herramientas adecuadas a cada tipo de trabajo o tarea.”<sup>8</sup>
- Garantizar que los equipos estén lo más cerca a perfecto estado
- Prevenir los riesgos de cada tarea de mantenimiento y enlistar las normas y procedimientos de seguridad necesarios en cada caso.
- Seleccionar y capacitar constantemente al personal para efectuar las distintas operaciones de mantenimiento de forma eficiente y segura.
- Seguimiento y auditorías a la utilización y el mantenimiento de los equipos de protección personal.

### **1.9. Producción más limpia**

Es una estrategia de fabricación ambientalmente responsable que a menudo guía a las empresas por el camino necesario, pero no suficiente hacia una economía sostenible. Producción más limpia (PML), esta aplica de manera consecutiva a procesos, productos y servicios de una estrategia integral y preventiva, que permitirá aumentar la eficiencia en todas las áreas y reducir riesgos, para las personas y el medio ambiente. Una fabricación más limpia da

---

<sup>8</sup> MONCHY, Francois. *Teoría y práctica del mantenimiento industrial*. p. 50.



como resultado un ahorro de costes y una mejora de la eficiencia operativa, lo que permite a las organizaciones y empresas alcanzar sus objetivos económicos y, al mismo tiempo, mejorar el medio ambiente.

### **1.9.1. Definición de producción más limpia**

“Producción más limpia (PML), es la aplicación continua de una estrategia integral y preventiva a los procesos, productos y servicios, para aumentar la eficiencia en todas las áreas y reducir los riesgos para las personas y el medio ambiente.”<sup>9</sup>

### **1.9.2. Antecedentes de la producción más limpia**

A fines de la década de 1980 y principios de la de 1990, las agencias ambientales en los Estados Unidos y Europa reconocieron que el marco tradicional para controlar los desechos industriales y la contaminación podría mejorarse alentando a la industria pública a implementar políticas de implementación sobre los desechos de mayor impacto, como las aguas residuales y la contaminación. desperdicio. Procesando. Varios estudios han demostrado que, en las empresas encuestadas, los procesos, si se hubieran gestionado mejor, habrían comenzado hace algún tiempo con la reducción de la contaminación.

Los investigadores han descubierto que pueden ayudar a casi cualquier empresa a reducir los costos de producción mediante el análisis sistemático de las fuentes. A esto se le llama tratamiento sobre la tubería, en contraposición al tratamiento al final de la tubería, es decir, antes de la liberación al medio ambiente. Las intervenciones en el proceso de producción mejoran las compras

---

<sup>9</sup> Centro de Gestión Tecnológica e Informática Industrial. *Manual de producción más limpia*. p. 1.

y, en última instancia, el diseño del producto. Pero eso requiere un equipo de expertos en fabricación, gestión y medio ambiente.

Durante la década de 1990, estas nuevas ideas y métodos se formalizaron en los Estados Unidos. La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos decidió llamarlo "Prevención de la contaminación" o P2. P2 está contenido en una ley aprobada por el Congreso de los Estados Unidos en 1990. La ley establece que P2 es la máxima prioridad para la protección del medio ambiente contra la contaminación. Parte de la declaración enfatiza la idea de que, si bien la eliminación de desechos es importante, se debe hacer un esfuerzo para evitar la generación de desechos al final del proceso, de modo que no sea necesario eliminarlos. Esta ley enfatiza que el reciclaje no es P2, es un uso alternativo de lo que se ha convertido en basura.

En Europa, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), División de Tecnología, Industria y Economía de París, hizo observaciones similares y se centró en particular en la necesidad de la prevención.

La Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible de Johannesburgo se estableció como uno de los objetivos del plan de acción para cambiar las prácticas de consumo y producción insostenibles, generalmente mediante el fortalecimiento de las inversiones en producción más sostenible, programas limpios y ecoeficiencia, a través de centros de producción más limpia.

Por su parte, los países de la región expresaron en la Iniciativa Latinoamericana de Desarrollo Sostenible 2002, presentada en la cumbre, la necesidad de integrar los conceptos de producción limpia en todos los sectores, para crear centros productivos nacionales y trabajar por la sostenibilidad.

consumo. Esto establece el marco internacional para definir políticas nacionales y desarrollar planes de acción para la producción limpia.

#### **1.9.2.1. Relevancia de los aspectos ambientales en el entorno del desarrollo sostenible**

Sería correcto asumir que el movimiento ambientalista comenzó hace siglos en respuesta a la industrialización. En el siglo XIX, los poetas románticos ingleses elogiaron la belleza de la naturaleza, mientras que “el escritor estadounidense Henry David Thoreau elogió el regreso a una vida más simple, guiados por los valores inherentes de la naturaleza. Fue una dicotomía que continuó en el siglo 20.”<sup>10</sup>

Después de la Segunda Guerra Mundial, el inicio de la era nuclear trajo consigo temores de un nuevo tipo de contaminación radiactiva mortal. El movimiento ambiental ganó impulso en 1962 con la publicación del libro de Rachel Carson "Silent Spring", que advirtió contra el uso de pesticidas sintéticos en la agricultura. Científica y escritora, la Sra. Carson enfatiza la necesidad de respetar el ecosistema en el que se vive, para proteger la salud humana y el medio ambiente.

En 1969, las primeras imágenes icónicas de la Tierra, vista desde el espacio, conmovieron los corazones humanos con su sencillez y belleza. Ver esta "gran canica de color azulada" en una galaxia gigante ha hecho que muchas personas se den cuenta de que se vive en una sola tierra, un ecosistema frágil e interdependiente. Como resultado, el mundo está comenzando a darse cuenta de la responsabilidad de proteger la salud y el bienestar del ecosistema.

---

<sup>10</sup> Centro de Gestión Tecnológica e Informática Industrial. *Manual de producción más limpia*. p. 5.

Al final de la tumultuosa década de los sesenta, sus más altos ideales comenzaron a ponerse en práctica. De estos, el enfoque ambiental es, casi literalmente, un fenómeno global. A medida que crecía la preocupación pública por la salud y el uso sostenible del planeta y sus recursos, las Naciones Unidas convocaron en 1972 la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano en Estocolmo.

#### **1.9.2.2. Complicación ambiental de los sectores productivos**

La degradación ambiental afecta la competitividad del sector manufacturero a través de varios aspectos, entre otros: (I), falta de calidad intrínseca a lo largo de toda la cadena productiva; (II), mayores costos debido a la necesidad de intervenciones correctivas para el ambiente contaminado y (III), efectos sobre la productividad laboral debido a la calidad del medio ambiente. La competitividad también se ve afectada por la inestabilidad del marco regulatorio ambiental y la falta de control por parte de las autoridades, lo que genera inseguridad jurídica y técnica. Esto puede afectar los costos adicionales en los que incurre una empresa para demostrar que un producto o servicio es limpio o amigable con el medio ambiente.

#### **1.9.2.3. Impacto ambiental frente a la capacidad empresarial**

El incremento económico, los cambios de las actividades industriales y el perfeccionamiento de los procesos empresariales, técnica no controlada, contribuyen al deterioro medioambiental progresivo revelado desde los años setenta. Esta visión, apoyada por la opinión de los directivos en determinados estudios, sostiene que el énfasis en el medio ambiente en la gestión empresarial

restará valor a la competitividad de la empresa. El medio ambiente y la empresa no pueden beneficiarse al mismo tiempo. “El medio ambiente es un costo para la empresa: impuestos, tasas y permisos, inversiones para modificar plantas de producción, control de emisiones, instalación de filtros anticontaminación, seguros por riesgos ambientales, entre otros.”<sup>11</sup>

Este enfoque parece muy limitado desde un punto de vista estratégico. De hecho, los cambios provocados por factores ambientales cambiarán las operaciones de la empresa, desde estrategias comerciales hasta diferentes estrategias funcionales. Pero su influencia es similar a otros factores característicos de la evolución actual del entorno empresarial: globalización de la economía, desarrollo de las tecnologías de la información, mayor nivel cultural de la población, más actividades recreativas, acceso de las mujeres al mundo laboral, envejecimiento de la población o el declive de la unidad familiar.

En otras palabras, al adoptar un enfoque positivo, buscar beneficios ambientales no significa necesariamente perjudicar a la empresa. La superposición de objetivos ecológicos y económicos es mayor de lo que se podría pensar inicialmente. Se puede lograr un interés común. Un mejor desempeño ambiental de una empresa puede conducir a una mejor competitividad de la empresa.

Al mismo tiempo que una empresa es capaz de maximizar sus objetivos financieros y que sus clientes pueden satisfacer sus necesidades a través de sus productos, el medio ambiente se beneficia al minimizar el impacto sobre el medio ambiente.

---

<sup>11</sup> Centro de Gestión Tecnológica e Informática Industrial. *Manual de producción más limpia*. p. 12.

Esta mejora puede ser del lado de la oferta (a través de una mejora de la productividad), o del lado de la demanda (a través de la diferenciación de productos).

### **1.9.3. Producción más limpia (PML) como estrategia de competitividad**

En ambos casos, aunque en el corto plazo la empresa deberá afrontar mayores inversiones y posiblemente mayores costes operativos, en el medio y largo plazo se obtendrán mayores beneficios, en función de estos factores. - actitud defensiva hacia el medio ambiente. La actitud defensiva enfoca las acciones de la empresa en el corto plazo y conduce a la adopción de medidas correctivas por el consecuente impacto ambiental.

Según este enfoque, es evidente que el nuevo entorno representa un aumento de los costes para la empresa más que una fuente de ventaja competitiva. Desde un punto de vista medioambiental, el problema a menudo no se elimina, sino que se transforma o traslada en el tiempo o el espacio. Por otro lado, una actitud proactiva forma parte de una perspectiva de largo plazo y conduce a la adopción de medidas preventivas.

La premisa es que a menudo es más beneficioso a largo plazo evitar crear un impacto ambiental en la fuente a través de la mejor tecnología económica disponible que intentar repararlo o reducirlo después de su creación. Como resultado, la revisión de los productos, procesos y estructuras funcionales de la empresa prima sobre la instalación de filtros de aire, estaciones de depuración o descontaminación de suelos.

### **1.9.3.1. Factores de competitividad empresarial**

- Factores legales: Todas las organizaciones están reguladas por un marco legal ambiental que regulan su actuación.
- Factores económicos: Todas las variantes, normalmente a gran escala, que impactan el poder adquisitivo de las empresas.
- Factores políticos: Son las diversas variables que están vinculadas al marco de la política y que pueden generar impactos en las empresas.
- Factores tecnológicos: Hoy en día las organizaciones usan muchas herramientas tecnológicas como un brazo que las apalanca a alcanzar sus objetivos a corto y largo plazo y sin duda cada día son más las empresas que se están aliando con la tecnología para agilizar este fin.
- Factores socioculturales: Son todas las variables culturales y sociales que dictarán la forma de pensar de los actores interesados.
- Factores ambientales: son todos los factores ambientales que puedan impactar el desempeño de las organizaciones.

### **1.9.3.2. Gestión ambiental y la producción más limpia**

La producción más limpia se puede aplicar a cualquier proceso, producto o servicio y abarca desde cambios simples hasta procesos operativos para una implementación fácil e inmediata, hasta cambios La gran escala implica el

reemplazo de materias primas, suministros o equipos por otras líneas de producción más eficientes.

En términos de procesos, producción más limpia incluye la conservación de materias primas, agua y energía, minimizando las materias primas peligrosas (toxicidad y cantidad), emisiones y residuos que ingresan al agua, la atmósfera y el medio ambiente.

Para los productos, esta estrategia tiene como objetivo reducir todos los impactos a lo largo del ciclo de vida del producto, desde la extracción de materias primas hasta los residuos finales; promover diseños fáciles de usar basados en las necesidades de los mercados futuros.

La producción más limpia necesita un marco legal adecuado, un cambio de mentalidad y empatía por los temas ambientales, garantizar una gestión ambiental responsable y transparente en todos sus procesos y apoyarse con las herramientas tecnológicas a su alcance.

### **1.9.3.3. Niveles de aplicación de la producción más limpia**

Adoptar una estrategia de producción más limpia no se limita a prevenir la contaminación optimizando procesos o cambiando la tecnología de producción. Cabe señalar que, como estrategia general, la producción más limpia también se aplica a los productos y servicios, incluyendo a los procesos. En este sentido, esta estrategia debe ir acompañada del establecimiento de un Sistema de Gestión Ambiental que permita la internalización de las variables ambientales dentro de la empresa, pues su aplicación por sí sola no garantiza la reducción o



eliminación de riesgos. Con el tiempo, debe contar con el apoyo del SGA, de manera sostenible, para lograr objetivos a largo plazo.

#### **1.9.3.4. Barreras para la aplicación de la producción más limpia**

Hoy en día, las regulaciones ambientales se han vuelto fuertes en todo el mundo, debido a que buscan reducir el enorme impacto ambiental causado por las industrias y una nueva cultura del cuidado. Se está creando el planeta, el desarrollo inicial de esta cultura no fue fácil, por lo tanto, en ocasiones resultaba caro y no había suficiente información para combinar estos métodos, la producción más limpia es un método que no ha comenzado hasta ahora. Al inicio de su desarrollo, actualmente no está muy extendido, aunque los gobiernos de diferentes países están tratando de crear reglamentos y decretos ambientales obligatorios.

Los obstáculos más comunes para que las empresas implementen métodos de producción más limpia:

- Resistencia al cambio

Hasta cierto punto, la naturaleza de las organizaciones tiende a resistir el cambio. En las organizaciones es muy común el rechazo a proyectos innovadores como producción más limpia, principalmente porque se deben realizar nuevos cursos de capacitación para los trabajadores y se deben cambiar los hábitos de producción en la industria.

- No se tienen en cuenta los problemas ambientales

No considerar las cuestiones ambientales puede ser un obstáculo, dado que las empresas pueden pensar que no tienen impacto ambiental o ningún riesgo ambiental, en cuyo caso las empresas no se preocupan, el cumplimiento de las regulaciones ambientales locales, simplemente no les importa.

- Costos

En ciertas situaciones, la implementación inicial puede requerir una alta inversión, se debe realizar un análisis económico a corto plazo (por ejemplo, una planta de tratamiento de aguas residuales), y se puede excluir la posibilidad de pagar la instalación. Es recomendable realizar un análisis en profundidad de los beneficios a largo plazo que representará cualquier asentamiento en la empresa, sin dejar de lado la cuestión del cumplimiento de la ley, que es de obligado cumplimiento.

- Planeación a corto plazo

Es para el tipo de empresa que apuesta solo por las ganancias a corto plazo y no se enfoca en lograr resultados a largo plazo, por eso descartan la posibilidad de implementar alguno de estos métodos, porque consideran que es costoso y no creen que sea una ganancia, sino un gasto.

- No poseen información pertinente para realizar cambios

Muchas empresas aún no están al día en este punto, porque no han visto la necesidad de adoptar estos métodos y no están atentas al medio ambiente.

Otra razón por la que la empresa carecía de información relevante era que se había llevado a cabo un proyecto de investigación para implementar el método.

- No existe cultura para cuidado ambiental en la empresa

El gerente de la empresa no se toma en serio el medio ambiente y no lo discute con sus subordinados, no está completamente informado sobre el tema de la preocupación por el medio ambiente.

- Dificultad de aplicación de los métodos

La adopción de estos métodos puede requerir equipos que, además de costosos, son difíciles de integrar en la empresa.

#### **1.9.4. Producción más limpia y sistemas de gestión**

El Sistema de Gestión Ambiental (SGA), se ha convertido en un mecanismo de toda la empresa para incorporar los aspectos ambientales en las empresas y en la planificación a corto, mediano y largo plazo. La implementación de estos Sistemas de Gestión Ambiental dependerá de la asimilación, adecuación y reconocimiento que ya tiene la estrategia de Producción Limpia dentro de la empresa y de la capacidad de la empresa para aprender las lecciones del cambio ambiental.

Se debe incorporar los SGAs y producción más limpia por medio del ciclo de Deming:

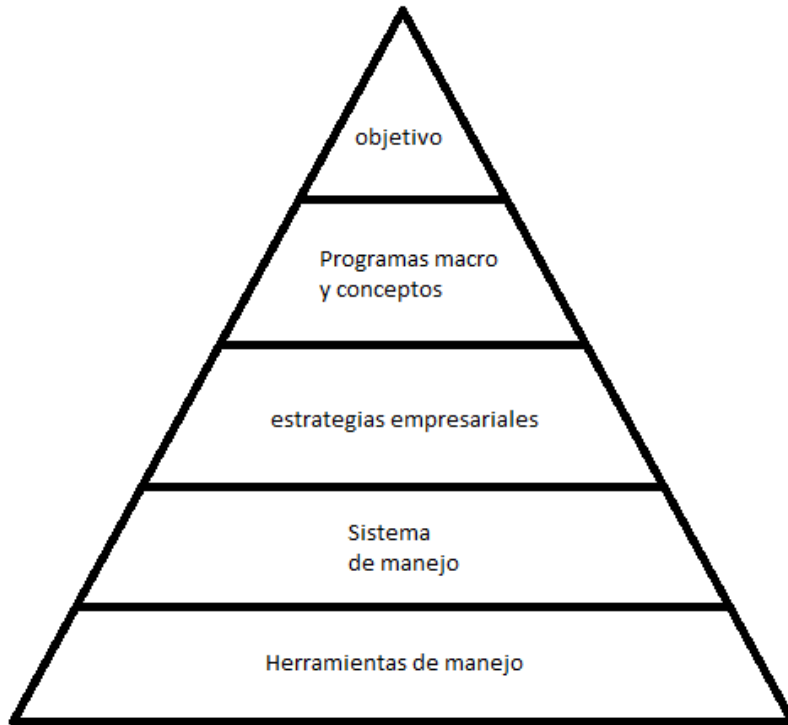
- Planear
  - Comprometer a la alta dirección
  - Determinar el alcance
  - Seleccionar equipos
  - Formar y capacitar equipos
  - Evaluar los costos
  - Reconocer barreras/soluciones
  - Describir aspectos ambientales (análisis de procesos, balance y materiales)
  - Definir prioridades
  - Definir una política, metas y objetivos
  
- Hacer
  - Encontrar causas raíces
  - Mapear actividades críticas
  - Valorar opciones (realizar un análisis de factibilidad)
  - Planificación de la P+L
  - Definir responsabilidades
  - Documentar procedimientos e instructivos
  - Capacitar al personal
  - Construir programas de comunicación
  - Garantizar que el sistema está documentado
  
- Verificar
  - Definir indicadores clave de rendimiento
  - Hacer seguimiento al desempeño

- Auditar P+L y el sistema
- Valorar la efectividad
- Definir acciones preventivas y correctivas
  
- Actuar
  - Soportar producción más limpia
  - Analizar los resultados
  - Dar visibilidad a la alta dirección de los resultados
  - Comprometer a la alta dirección con la mejora continua
  - Reconocer cambios en circunstancias
  - Replantear objetivos enfocados a la mejora continua
  - Reconstruir el sistema con nuevos conocimientos
  - Transmitir ampliamente toda la información a todos niveles
  - Realizar capacitaciones de los nuevos conocimientos
  - Realizar capacitaciones de refuerzo de conocimientos
  - Evaluar al personal para validar conocimientos

#### **1.9.4.1. Preámbulo de los sistemas de gestión ambiental**

Los sistemas de gestión ambiental son una parte fundamental de la implementación general de la estrategia de la estrategia de producción más limpia en los sectores empresariales. La pirámide de la producción más limpia permitirá comprender la importancia de estos sistemas.

Figura 2. Pirámide de la producción más limpia (PML)



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Paint.

Se observa la organización de la escala de ejecución de las acciones tomadas para lograr una meta, en comparación con las acciones tomadas por un ser humano para alcanzar una meta.

Según esta pirámide, existe una escala de cumplimiento que recuerda el avance de las actividades de cada persona. En primer plano está el objetivo principal: el desarrollo sostenible.

Cabe señalar que el principal objetivo de cualquier iniciativa de producción más limpia es lograr un desarrollo sostenible, es decir, asegurar los recursos de las generaciones futuras sin sacrificar los recursos presentes. Para lograr su objetivo inicial, la empresa debe ser consciente de la estrategia a seguir, de los beneficios, ventajas y oportunidades que la llevan a alcanzar este objetivo.

El siguiente paso a dar es diseñar o implementar un sistema de gestión que asegure la planificación, coordinación y seguimiento de la adopción de las herramientas necesarias que se deben utilizar a nivel micro para lograr el objetivo inicial. Lograr esta atribución requiere una empresa con experiencia y habilidades, capaz de aprender de cada situación que se presente y mantener una retroalimentación continua para asegurar una mejora continua.

El ciclo de mejora continua incluye las siguientes actividades:

- **Planeación:** Define estrategias de cómo, cuándo, con quién y con qué actividades se controlan y regulan para lograr objetivos específicos.
- **Operación:** Realizar las tareas programadas con recursos específicos.
- **Control:** Informes de los recursos utilizados y los resultados obtenidos durante la implementación.
- **Evaluación:** Analizar los resultados reportados con el original, identificar las posibles causas de las variaciones y definir un plan de acción.

#### **1.9.4.2. Los sistemas de gestión ambiental**

La gestión ambiental es un proceso encaminado a resolver, minimizar y prevenir los problemas ambientales, con el fin de lograr el objetivo del desarrollo sostenible, entendido como el proceso que permite a las personas realizar su potencial y hacer avanzar el patrimonio cultural y biológico, asegurando su permanencia. en el tiempo y el espacio.

La idea de gestión ambiental en las empresas ha evolucionado en los últimos años, principalmente debido a los cambios que ha experimentado la sociedad en el concepto de protección ambiental global.

Efectivamente, de manera evolutiva, la Gestión Ambiental en las empresas ya no es una cuestión de cumplimiento de leyes y normativas cada vez más estrictas, sino que se transforma en una visión estratégica del mercado y un plan de acción en el contexto de décadas anteriores.

Varias empresas, cada vez más interesadas en lograr y demostrar un resultado ambiental sólido, han comenzado a solicitar a diversas organizaciones nacionales e internacionales que codifiquen los requisitos necesarios para demostrar el desempeño de la gestión ambiental en la empresa.

Uno de los primeros intentos de sistematizar la Gestión Ambiental de las empresas provino de la Cámara de Comercio Internacional, preocupada por el aumento de los impuestos ambientales, que a principios de los 90 tomó la iniciativa de proponer una estructura compatible con las preocupaciones de Calidad y Productividad, que sistematizar la gestión ambiental en la industria.



De esta iniciativa nació en 1992 la primera idea de un Sistema de Gestión Ambiental, que fue formalizada por el British Standards Institute en BS 7750, Especificación para Sistemas de Gestión Ambiental, que incorpora los conceptos de gestión de la calidad definidos en la serie ISO. de estándares. 9000, y permite la Certificación del Sistema de Gestión Ambiental en plantas industriales, procesos productivos y operaciones del sector servicios.

Inspirados por esta iniciativa, nacieron a partir de entonces varios estándares nacionales e internacionales; La idea, en el caso de España, da lugar a la publicación de la norma UNE 77801.

Junto con la Organización Internacional de Normalización (ISO), organizando un grupo de trabajo para satisfacer expectativas similares a escala internacional, la Comisión Europea publicó el Reglamento 1836/93 en 1993, que permite a las empresas del sector industrial establecerse voluntariamente en el País europeo para cumplir con el sistema de auditoría y gestión ambiental, más conocido por EMAS.

Por último, en septiembre de 1996, se publicó la Norma Internacional ISO 14001, Sistemas de Gestión Medioambiental - Requisitos y guía de utilización, buscando que los estándares que regulan la certificación de los Sistemas de Gestión Medioambiental se forjen a nivel internacional, haciendo que las diferencias que se puedan dar de la aplicación de dichas normas en distintos países sea nula.

Actualmente, se ha revisado la primera edición de esta Norma y ha entrado en vigencia la Norma UNE-EN-ISO 14001:2004, que deja sin validez y sustituye a la de 1996. Los certificados realizados bajo el marco de la versión del 1996 son nulos desde mayo de 2006.

### **1.9.5. Herramientas de la producción más limpia (PML)**

Las diversas herramientas de la producción más limpia se pueden categorizar con base en el propósito de su aplicación y con el tipo de información que pueden dar. Así mismo, el uso de estas herramientas se debe hacer de forma sistémica, lo que quiere decir que en algunas ocasiones los resultados de unas herramientas, servirán como elementos para el desarrollo o uso de otras.

#### **1.9.5.1. Definición de las herramientas de producción más limpia**

Las herramientas de producción más limpia son herramientas que permiten determinar el estado económico y ambiental de un producto o proceso, tanto en términos de administración como de producción, y en función de su aplicación, establecer objetivos de alternativas preventivas.

#### **1.9.5.2. Clasificación de diferentes herramientas**

Las herramientas más utilizadas para la adopción de una producción más limpia involucran las etapas de planificación, implementación, evaluación y revisión de alternativas preventivas. Estos mismos pasos también forman la estructura básica del Sistema de Gestión Ambiental.

Existen varias herramientas ambientales que se pueden clasificar en tres grandes grupos, según su función, la parte del proceso productivo que están analizando o el tipo de resultados obtenidos. La clasificación de estas herramientas facilita la selección de su uso.

### **1.9.5.3. Descripción de herramientas de producción más limpia**

Hoy en día hay diversas herramientas de producción más limpia, entre ellas se encuentran:

- Revisión Inicial
- Eco-mapas
- Eco-balances
- Análisis de flujo de sustancias
- Matriz MED y análisis de ciclo de vida
- Auditorías ambientales
- Eco-indicadores

### **1.9.5.4. Metodología de aplicación integral de herramientas**

Para alcanzar una implementación exitosa de producción más limpia es vital considerar las herramientas ambientales, como también, el buen uso de las mismas.

Determinar qué herramientas usar es un proceso iterativo que a menudo va de lo general a lo específico. Así, el desafío de la aplicación es elegir qué herramientas se deben aplicar y en qué orden. Puede definir filtros para definir el tipo y el orden de las herramientas a aplicar. El tipo de información se puede dividir en tres grupos generales: ambiental, económico y social.

## **1.10. Norma ambiental ISO 14001:2004**

El marco internacional de las normas de Gestión Ambiental tiene como finalidad brindar a las organizaciones los componentes esenciales de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) eficiente, además, que dichos componentes puedan ser incorporados con otros requisitos de gestión, como las prácticas de producción más limpia.

### **1.10.1. Definición de la Norma ISO 14001: 2004**

Esta norma internacional define los requerimientos esenciales para implementar un Sistema de Gestión Ambiental, en resumen, que le permita a una organización desarrollar e implementar una política y objetivos que consideren los requisitos del marco legal correspondiente y la información sobre los aspectos ambientales significativos.

Esta norma internacional tiene como fundamento la metodología denominada Planificar – Hacer – Verificar – Actuar (PHVA). La metodología PHVA se puede describir brevemente como:

- Planificar: definir los objetivos y procesos esenciales para conseguir resultados acordes con la política ambiental de la organización.
- Hacer: implementar todos los procesos definidos en el alcance.
- Verificar: dar seguimiento a la implementación, realizando mediciones y auditorías a los procesos que respaldan la política ambiental, las metas, los objetivos, los requisitos legales y cualquier otro requisito; dar visibilidad a la organización sobre los resultados.

- Actuar: realizar un plan de acción y ejecutarlo con el fin de garantizar la mejora continua en el desempeño del Sistema de Gestión Ambiental.

### **1.10.2. Objetivo**

Esta norma internacional tiene como prioridad dar una guía completa, a las organizaciones que la implementan y que abordan temas ambientales que pueden resultar complejos, con el fin de conseguir y mantener un buen comportamiento ambiental. Es importante definir con anterioridad los requerimientos legales de país, para el caso de Guatemala, lo que establezca el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), los riesgos ambientales, factores sociales, económicos y competitivos a los que la organización deberá enfrentar durante la operación.

### **1.10.3. Campo de aplicación**

Se aplica a todos los aspectos ambientales que la organización define en el alcance y que ha determinado que puede controlar, podría decirse que son aquellos sobre los que la organización tiene injerencia.

### **1.10.4. Sistemas de Gestión Ambiental (SGA)**

Conforman una parte de los sistemas de una organización que se utilizan para desarrollar e implementar una política ambiental y para gestionar sus aspectos ambientales. Es un grupo de elementos interrelacionados que se utilizan para establecer la política y los objetivos ambientales. El sistema de gestión incluye la estructura de la organización, plan de negocios, responsabilidades, prácticas, procedimientos, procesos y recursos.

## **1.11. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN)**

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) es el organismo estatal responsable de los temas ambientales y de bienes y servicios naturales en el sector público, responsable de la protección de los sistemas de soporte de vida naturales y desarrollados en todos sus aspectos y manifestaciones. Cultivar una cultura de respeto y armonía con la naturaleza y proteger, preservar y utilizar racionalmente los recursos naturales para lograr el desarrollo intergeneracional, articulando el trabajo institucional y económico, económico, social y ambiental, con el objetivo de crear una economía competitiva, unida, equitativa e inclusiva y Guatemala participativa.

### **1.11.1. Ubicación del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales**

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales se encuentra ubicado en: 20 calle 28-58, zona 10, Ciudad Guatemala.

### **1.11.2. Funciones**

Las principales funciones del MARN son:

- Respetar y hacer cumplir el régimen legal sobre medio ambiente y recursos naturales, dirigiendo las funciones generales asignadas al Ministerio y en particular las funciones de gestión, control y fiscalización.
- Formular, aprobar, orientar, coordinar, promover, orientar e implementar políticas nacionales sobre recursos naturales y medio ambiente en el corto, mediano y largo plazo, en estrecha relación con las comunidades

locales. Las políticas e instituciones económicas, sociales y de desarrollo del país cumplen con el sistema legislativo de directivas del Presidente y el Consejo de Ministros.

- Garantizar el apego total al marco legal ambiental y todas las disposiciones que el ministerio dictamine, la buena gestión administrativa y la inversión en fondos públicos, en los asuntos de la competencia de la oficina.
- Ejercer el rol de liderazgo del sector y coordinar las acciones del departamento con otros ministerios y organismos del sector público y privado, promover la participación de la sociedad en su diálogo, con el fin de facilitar la promoción del desarrollo nacional en el campo del medio ambiente. y recursos naturales y, por tanto, la promoción del entorno cultural. y la conservación y uso racional de los recursos naturales.
- Desarrollar una política participativa para la conservación, protección y mejoramiento del medio ambiente y los recursos naturales e implementarla con otras autoridades legales competentes dentro del marco legal nacional, nacional e internacional.
- Desarrollar políticas para mejorar y modernizar la gestión descentralizada del sistema de áreas protegidas de Guatemala; que abarquen el desarrollo y conservación del patrimonio natural del país, incluyendo las áreas de reserva territorial del estado.
- Plantear en cooperación con el Ministerio de Educación, la política nacional de formación y educación ambiental y auditar que se cumpla.

- Desarrollar una política de gestión de los recursos hídricos que corresponda al estado de contaminación, la calidad y la regeneración de ese recurso.

### 1.11.3. Estructura del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales

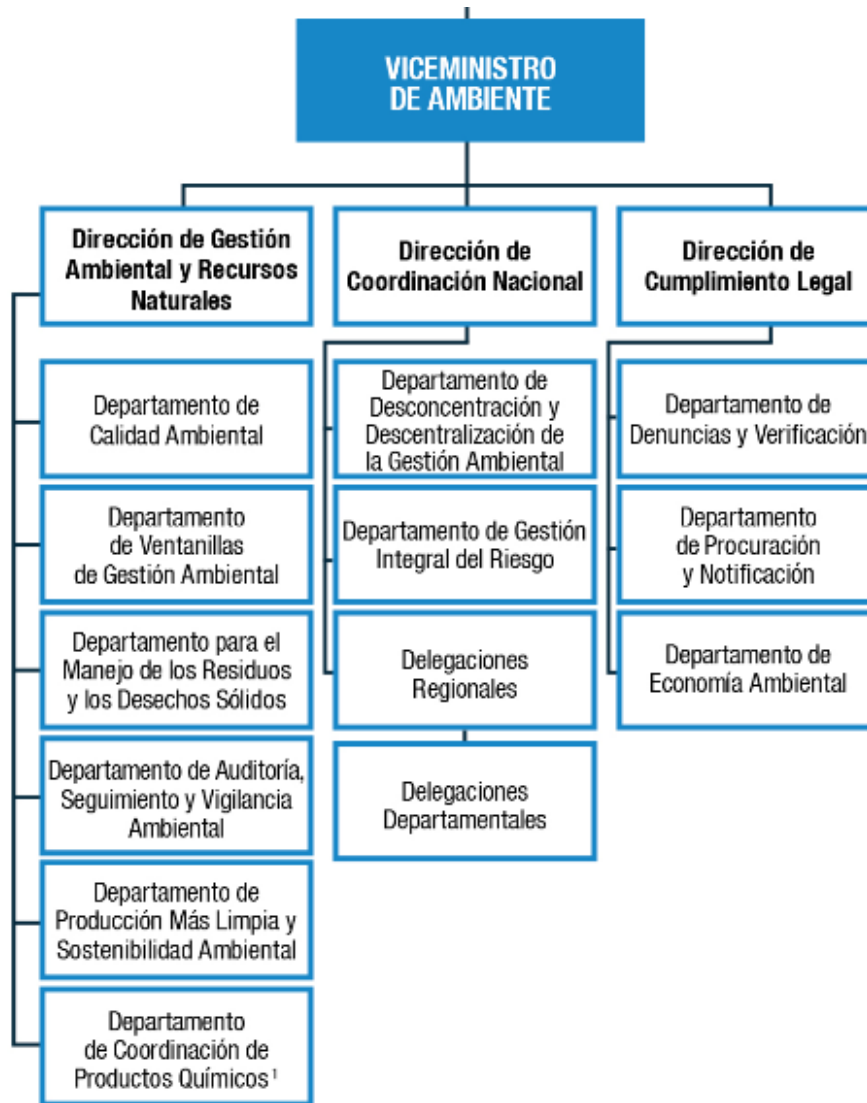
Se presenta el modelo jerárquico establecido en el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, el cual es vital para facilitar y agilizar la administración de todas las actividades.

Figura 3. Organigrama del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales – MARN-

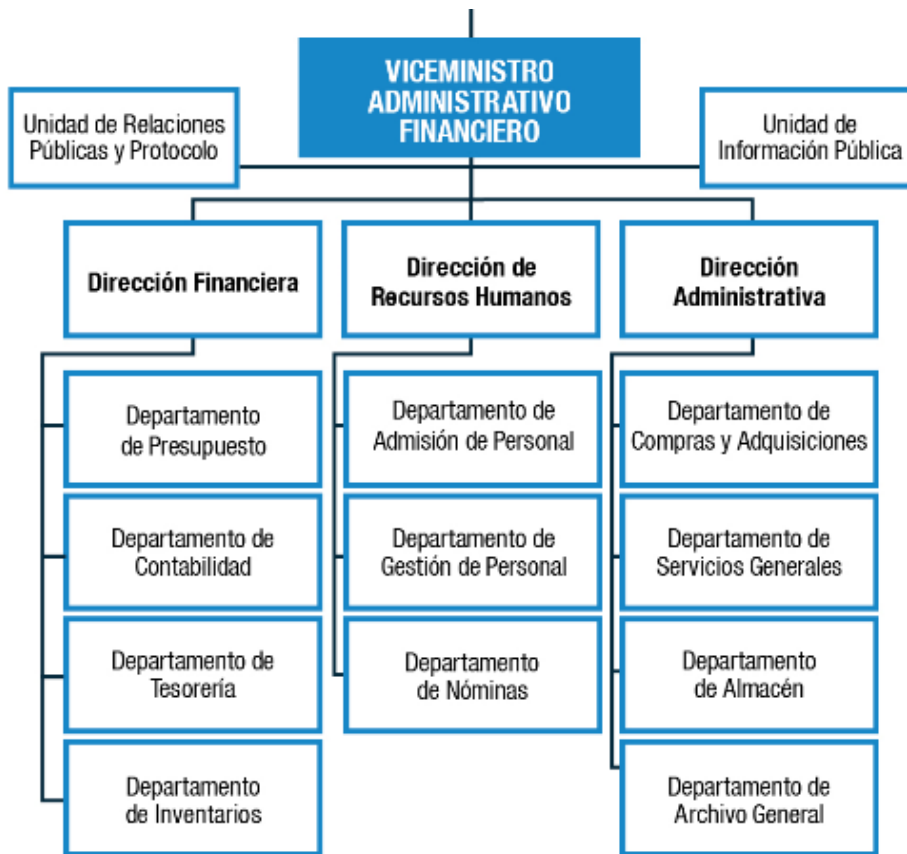




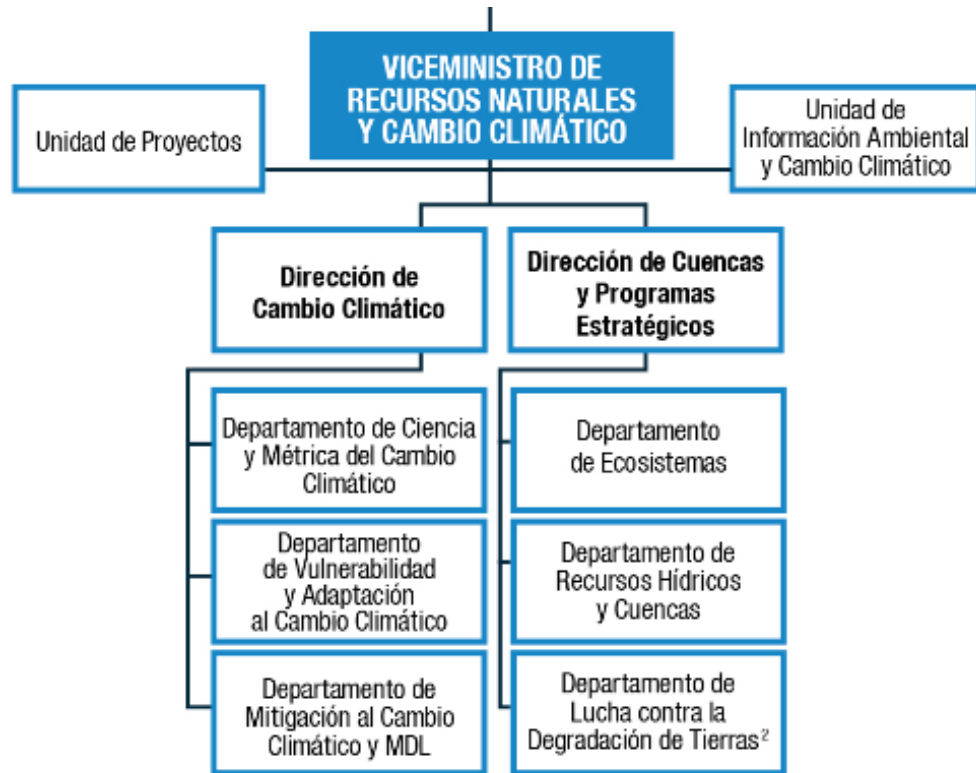
Continuación de la figura 3.



Continuación de la figura 3.



Continuación de la figura 3.



Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Estructura organizativa del MARN*. [http://www.marn.gob.gt/paginas/Organigrama\\_MARN](http://www.marn.gob.gt/paginas/Organigrama_MARN). Consulta: marzo de 2019.

### 1.12. Centro Guatemalteco de Producción más Limpia (CGP+L)

El Centro de Producción más Limpia de Guatemala CGP+L es una organización técnica sin fines de lucro, establecida el 15 de julio de 1999. Ha recibido el apoyo de organismos nacionales, incluida la Cámara de Industria de Guatemala, incluso de organismos internacionales como las Naciones Unidas para la Industria. Organización de Desarrollo (ONUDI). El Reino Unido es actualmente miembro de la Red de Producción más Limpia de América Latina.

### **1.12.1. Ubicación del Centro Guatemalteco de Producción más Limpia**

El Centro Guatemalteco de Producción más Limpia CGP+L tiene sus oficinas centrales en la dirección: Ruta 6 9-21 zona 4 Edificio CIG Nivel 7

### **1.12.2. Funciones del Centro Guatemalteco de Producción más Limpia**

Las actividades del centro buscan cumplir los siguientes objetivos:

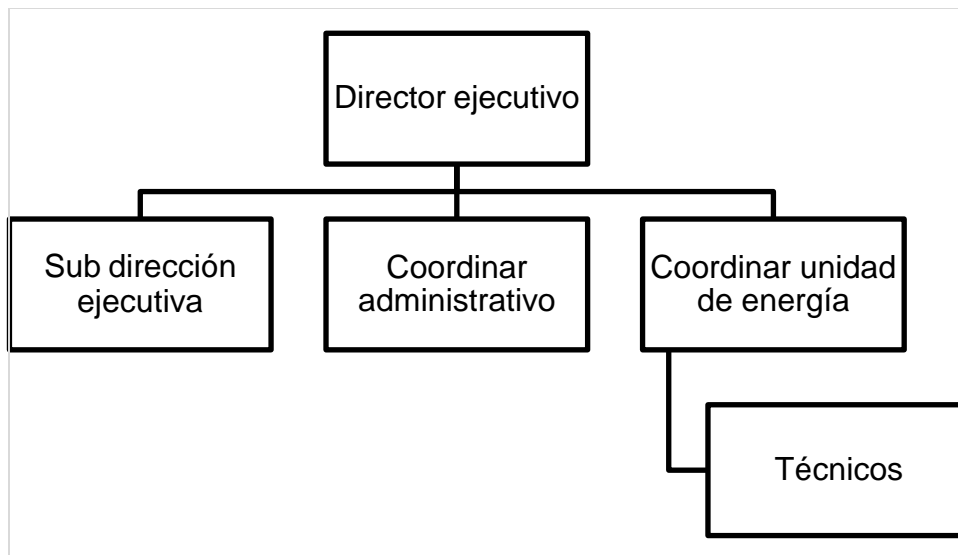
- Proporcionar medidas de P+L rentables para prevenir la contaminación ambiental a través de la evaluación de la fábrica.
- Que exista un mecanismo establecido para continuar mostrando tecnologías de vanguardia en el sector de P+L, incluido el asesoramiento sobre la inversión en producción más limpia.
- Aumentar las capacidades de demanda de P+L locales a través de la formación de consultores y emprendedores.

Contar con una cede central de información conectada por medio de la integración a la red internacional de P+L y de los CNP+L alrededor del mundo. Cada uno de los objetivos específicos anteriores están encaminados a lograr el objetivo común de mejorar la competitividad de las empresas nacionales mediante la aplicación de una producción más limpia.

### 1.12.3. Estructura del Centro Guatemalteco de Producción más Limpia

Se presenta la estructura del funcionamiento del Centro de Producción más Limpia.

Figura 4. Estructura de CGP+L



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Paint.



## **2. SITUACIÓN ACTUAL**

Se revisarán cada uno de los procesos de producción y los departamentos que intervienen para analizar posibles aplicaciones de las herramientas de producción más limpia, adicionalmente, se revisarán los mantenimientos de la maquinaria y por último se hará un diagnóstico inicial de los desperdicios y emisiones que se estén generando.

### **2.1. Departamento de Producción**

Las funciones principales del departamento de Producción son:

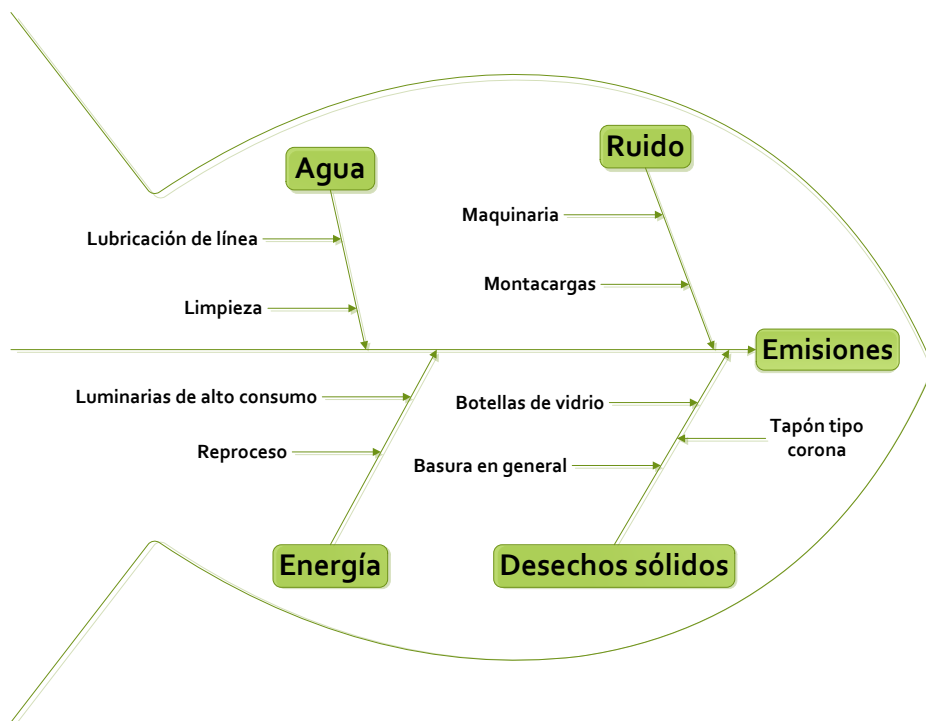
- Determinar, cuantificar y hacer los requerimientos de insumos necesarios para el proceso de producción.
- Planificar la producción.
- Minimizar los costos de producción.
- Respaldar la mejora continua.
- Garantizar la calidad del producto.
- Fortalecer los controles de salud y seguridad del personal.
- Garantizar la satisfacción del cliente.

Para determinar las causas que dan lugar a la formación de desechos y emisiones en el proceso de llenado de botellas de vidrio se realizó una reunión con el departamento de Producción para establecer los factores que afectan al proceso de llenado, desde la perspectiva del riesgo ambiental, con lo que se busca definir la situación ambiental actual. Se realizó una lluvia de ideas para

determinar posibles causas de las emisiones contaminantes que se generan en el proceso de producción y posteriormente un diagrama causa-efecto.

El diagrama causa-efecto ilustra las diferentes causas hipotéticas que pueden dar lugar al problema en estudio. El diagrama muestra las posibles causas de las emisiones contaminantes en el proceso de producción.

Figura 5. **Diagrama de Ishikawa**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Power Point 2013.

Se asignó un valor de relevancia a las causas primarias identificadas, para poder realizar una matriz de priorización de las causas con el fin de determinar las prioridades de seguimiento. Los valores asignados van de 1 a 9, siendo 1 el más importante y 9 el menos importante.



Tabla I. **Matriz de priorización de las causas de emisiones**

No.	Motivos	Persona #1	Persona #2	Persona #3	Persona #4	Persona #5	Total
1	Lubricación de línea	1	8	5	8	8	30
2	Limpieza	6	2	4	3	9	24
3	Maquinaria	4	1	7	9	1	22
4	Montacargas	9	9	8	7	3	36
5	Luminarias de alto consumo	7	3	6	4	2	22
6	Reproceso	3	7	1	6	7	24
7	Botellas de vidrio	5	5	2	2	4	18
8	Tapón tipo corona	8	6	3	5	6	28
9	Basura en general	2	4	9	1	5	21

Fuente: elaboración propia.

De la tabla anterior, se puede concluir que las causas de emisiones de mayor relevancia son las botellas de vidrio y la basura en general, por lo cual los desechos sólidos deberán ser tratados con prioridad sobre las demás causas.

Vale la pena aclarar que en la categoría de desechos sólidos se consideraron los pallets defectuosos, restos de madera, cajilla quebrada, restos de plástico, basura dentro de los envases de retorno, como agentes contaminantes, pero quedaron contemplados dentro de basura en general.

Seguido a esto se realizó una entrevista al personal de la línea (15 personas), en la cual debían ponderar de 1 a 5 las diferentes ubicaciones de la línea, siendo 1 una ubicación que genera muy pocas emisiones y 5 una que genera muchas emisiones, con dicha información se realizó un análisis de Pareto; los resultados son:

Tabla II. **Resultados de encuesta por ubicación**

Ubicación	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
Despaletizadora	3	2	3	4	4	3	3	3	2	3	3	3	4	3	2
Paletizadora	2	3	2	3	3	3	1	3	2	3	2	3	3	2	2
Desempacadora	1	1	2	2	2	1	1	2	2	1	3	3	1	2	1
Empacadora	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
Lavadora de cajilla	2	2	3	1	3	3	2	3	1	2	3	3	2	1	1
Área de Lavado	5	4	4	4	5	4	5	4	5	3	5	3	4	5	4
Verificadora de envases	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
Llenado y envasado	2	3	2	2	1	1	2	2	3	2	3	2	2	1	3
Carbonatador	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Alimentador de tapas	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1

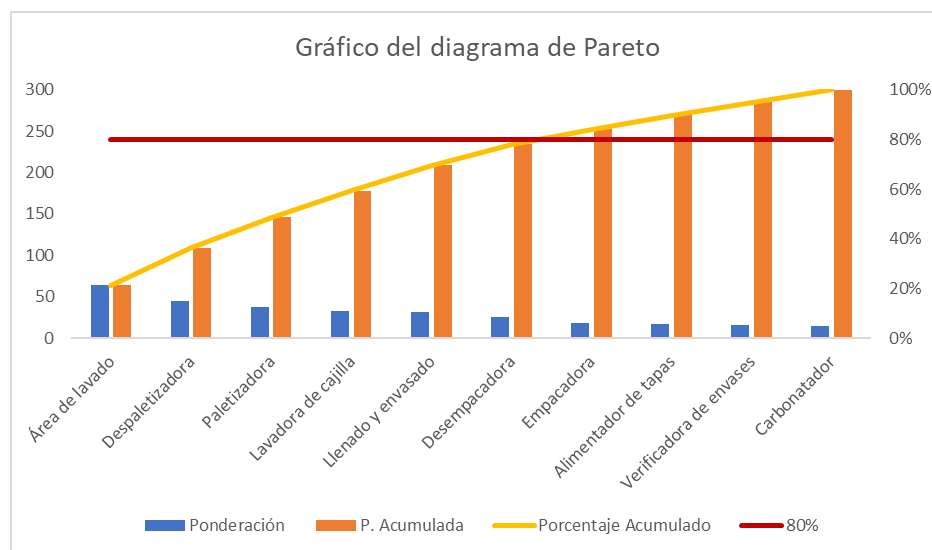
Fuente: elaboración propia.

Tabla III. Diagrama de Pareto

Ubicación	Ponderación	P. Acumulada	Porcentaje total	Porcentaje acumulado
Área de Lavado	64	64	21 %	21 %
Despaletizadora	45	109	15 %	36 %
Paletizadora	37	146	12 %	49 %
Lavadora de cajilla	32	178	11 %	59 %
Llenado y envasado	31	209	10 %	70 %
Desempacadora	25	234	8 %	78 %
Empacadora	18	252	6 %	84 %
Alimentador de tapas	17	269	6 %	90 %
Verificadora de envases	16	285	5 %	95 %
Carbonatador	15	300	5 %	100 %
Total	300		1	

Fuente: elaboración propia.

Figura 6. Gráfico del diagrama de Pareto



Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con los datos recabados de la entrevista al personal de la línea de llenado y envasado de botella de vidrio, para lograr realizar un impacto en cuanto a las emisiones, hay que centrarse en 6 ubicaciones: área de Lavado, Despaletizadora, Paletizadora, Lavadora de Cajilla, Llenado, Envasado y en la desempacadora.

### **2.1.1. Funciones del departamento de Producción**

El departamento de Producción toma decisiones relacionadas a diferentes temas que afectan directamente el sistema de producción, por ejemplo: el diseño del sistema de producción, infraestructura, flujo del proceso, ubicación de maquinaria y equipos, balance de líneas, análisis de transportes, tecnología e innovación, entre otras. De los diferentes temas a los que deben dar seguimientos deberán tomar decisiones específicas.

- Capacidad

Al tomar decisiones referentes a la capacidad se pretende definir la producción necesaria para garantizar la mayor utilidad. Las decisiones específicas toman en cuenta la determinación de capacidad, los pronósticos, la planificación acumulada, la planificación de instalaciones, programación y análisis de corridas.

- Inventarios

Cuando se evalúan los inventarios se debe tomar en cuenta las materias primas y también el producto terminado, puesto que esto afecta directamente a los costos por almacenamiento, pero también a la oportunidad de producir sí en caso no hubiese inventario de materia prima o se debe parar por no contar con

espacio para el almacenaje de producto terminado. Las decisiones específicas incluyen qué pedir, cuándo hacer las solicitudes, las cantidades necesarias a requerir y las mejores prácticas de manejo de materiales.

- Personal de la organización

Al momento de decidir acerca del personal de la organización el foco debe estar puesto en tener personas claves en puestos claves. Las decisiones específicas deben incluir todo el marco legal vigente, análisis de riesgos de los puestos de trabajo, códigos y reglamentos internos de trabajo, diseño de puestos, horarios laborales, programas de motivación y recreación, entre otras.

- Calidad

Es de vital importancia tomar las mejores decisiones que afectan la calidad, considerando que se debe garantizar el cumplimiento de los estándares establecidos por los entes que rigen la seguridad alimentaria y nutricional, sin dejar de atender los requerimientos de los clientes. Las decisiones específicas hacen referencia a auditorías del cumplimiento de estándares, certificaciones, periodicidad de inspecciones, planes de acción ante fallas detectadas, entre otras.

- Costos

Las decisiones que se toman referentes a los costos son de vital importancia, teniendo en cuenta que afectarán directamente a la utilidad que se pueda obtener de cierto producto. Las decisiones específicas incluyen todo lo referente a costos directos y costos indirectos. Como parte del proyecto, se calcularon los costos de producción para identificar los rubros en los que se

pueden presentar ahorros al implementar las herramientas de producción más limpia, a continuación, los costos en proporción de caja de 8 onzas:

Tabla IV. **Costos de producción por caja de 8 onzas**

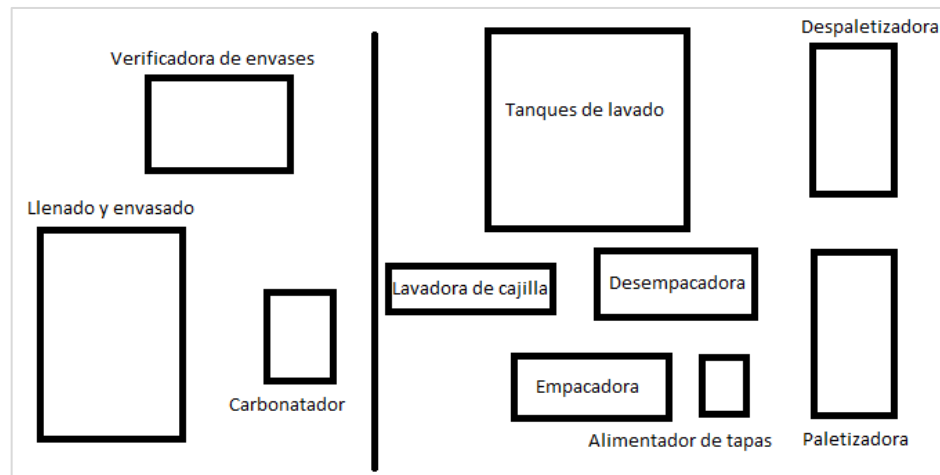
	<b>Costo en Q por caja 8onz</b>
Sulfato de aluminio	1,04
Cloro	0,195
CO2	0,065
Carbón activado	0,715
Filtro pulidor	0,13
Preservante	0,13
Esencia concentrada	1,495
Azúcar	1,235
Agua	1,3
Energía	3,9
Enfriado	0,13
Botella de vidrio	0,52
Tapón tipo corona	0,871
Filtros de celulosa	0,0221
<b>Total</b>	<b>11,7481</b>

Fuente: elaboración propia.

### 2.1.2. Diseño de la línea de producción

El siguiente esquema presenta una vista de planta de la línea de producción, para dar una idea de la ubicación física de las diferentes áreas y maquinaria que se encuentran en el proceso de llenado y envasado.

Figura 7. Esquema de la línea de producción



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Paint.

### 2.1.3. Proceso de producción

La línea de llenado y envasado en botella de vidrio consiste básicamente en lavar la botella, llenarla del producto, sellar la botella con un tapón tipo corona o "tapita" y finalmente ser almacenada como producto terminado para su distribución al consumidor. Se debe tener en consideración que este tipo de envase, botella de vidrio, tiene la particularidad de ser retornable, lo que significa que luego de ser consumido el producto por el usuario, el envase es retornado para ser utilizado nuevamente en el proceso productivo.

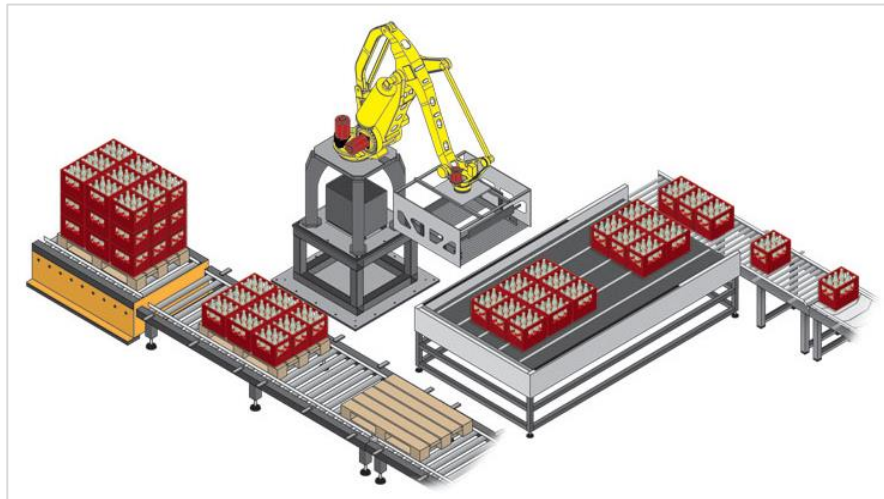
El proceso de lavado de la botella tendrá que garantizar la inocuidad antes que pase al proceso de llenado, puesto que, si el proceso no es efectivo y no puede ser reutilizado, genera desechos sólidos. También se utiliza envase nuevo en el proceso productivo.

### 2.1.3.1. Despaletizadora

Los pallets son traídos del centro de distribución y son puestos por montacargas en la despaletizadora, esta se encarga de separar las cajillas y colocarlas en la banda transportadora donde iniciara el proceso.

La siguiente máquina se utiliza para colocar las botellas vacías en la llenadora.

Figura 8. **Máquina despaletizadora de botellas de vidrio y plástico**



Fuente: MESPAC. *Máquina despaletizadora*. <http://www.srinnova.com/wp-content/uploads/2014/10/pcr-series-despaletizado.jpg>. Consulta: noviembre de 2016.



### 2.1.3.2. Paletizadora

Al contrario de la despaletizadora, ella se encarga de colocar la cajilla, que ya trae el producto terminado, en los pallets para que sean llevados al centro de distribución por los montacargas.

Es una estructura de madera, plástico u otro material, que se utiliza para movilizar la carga dentro y fuera de la empresa.

Figura 9. Pallet



Fuente: Premier Handling Solution. *Pallets*. <http://premierhandling.com/pallet-jacked-north-american-pallet-vs-european-pallet/>. Consulta: noviembre de 2016.

### 2.1.3.3. Desempacadora

Luego que la cajilla es puesta en la banda transportadora, por la despaletizadora, al llegar a la máquina desempacadora se encarga de extraer

cada botella de los compartimientos de la cajilla, para ponerlas en otra banda en dirección a la lavadora.

Figura 10. **Desempacadora**



Fuente: MARPESA. *Desencajonadora*. <https://www.youtube.com/watch?v=HI6PvmqBWYk>.

Consulta: noviembre de 2016.

#### **2.1.3.4. Empacadora**

La empacadora tiene una función similar a la desempacadora, pero esta por el contrario se encarga de meter los envases de vidrio en la cajilla, ahora los envases de vidrio ya tienen el producto.

Figura 11. **Cajilla de plástico**



Fuente: MECALUX. *Cajas de plástico*. <https://www.logismarket.es/comercial-baquelita/caja-para-botellas/1500308211-1124804-p.html>. Consulta: noviembre de 2016.

### 2.1.3.5. **Área de Lavado**

Consiste en 6 tanques de lavado los cuales se encargan de lavar las botellas de vidrio.

Figura 12. **Tanque de lavado de botellas**



Fuente: BARDI, Rino. *Lavadora para botellas*. <http://www.r-bardi.com/es/nilo.php>. Consulta: noviembre de 2016.

### 2.1.3.5.1. Tanques de soda cáustica

Los primeros tanques de lavado son de soda cáustica, los niveles de soda van disminuyendo a medida que avanzan de tanque en tanque, los tanques se llenan por rebalse y los niveles de soda se van controlando con monitores periódicos durante el proceso de producción, de manera que si no fueran los indicados se utiliza algún aditivo.

- Soda cáustica

La soda cáustica, científicamente conocida como hidróxido de sodio (NaOH), o hidróxido sódico, es un hidróxido cáustico que se utiliza en la industria (principalmente como una base química), en la para la producción de detergentes, papel y tejidos. También se utiliza en la industria petrolera durante la elaboración de lodos de perforación a base agua. Para uso doméstico, son utilizadas para desbloquear baños, tuberías de desagües de cocinas, entre otros.

- Aditivos para soda cáustica

Cuando los niveles de soda no son los adecuados se requiere utilizar aditivos para nivelarlos.

El aditivo que se utiliza para ajustar el nivel de soda cáustica en el lavado de botellas de vidrio es DIVO 660, que no es perjudicial para la salud, según la hoja de datos de seguridad del químico, por tal motivo se utiliza a menudo para lavar botellas de vidrio en la industria del vidrio para alimentos. Es un aditivo ácido concentrado de principios activos con una combinación de agentes humectantes, aislantes y antiespumantes, combinado con solución de sosa cáustica, utilizado para limpieza CIP, lavado de botellas, entre otros.

### 2.1.3.5.2. Tanques de enjuague

Los últimos dos tanques se consideran de enjuague se encargan de lavar las botellas con agua un pH aproximado de 7,8, en estos tanques se eliminará cualquier arrastre de soda y al salir del último tanque los niveles de soda tendrán que ser nulos. Se realizan controles de pH de fenolftaleína y también de azul de metileno para detectar residuos de hongos en el envase (si los hubieran), y garantizar el lavado.

- Potencial de hidrógeno (pH)

El pH es una de las pruebas más habituales para conocer una parte de la calidad del agua. El pH determina la alcalinidad o acidez, para esta prueba en la que se usa agua como líquido de prueba, pero lo que realidad muestra es una medida de la actividad del potencial de iones de hidrógeno ( $H^+$ ). Los resultados de pH se muestran en una escala de 0 a 14, cuando se obtiene un resultado de 7,0 es considerado como neutro. Las soluciones con un pH menor a 7,0 se consideran ácidas, en cambio, las soluciones con un pH mayor a 7,0, llegando hasta 14,0 se consideran alcalinas o bases. Todos los organismos están sujetos a la alcalinidad del agua y trabajan mejor dentro parámetros determinados.

- Aditivos para ajuste de PH

Para ajustar el pH se utiliza un líquido altamente concentrado que se ha desarrollado para mejorar la efectividad del lavado de las botellas durante las operaciones de lavado.

Mejora la eficacia de la botella de enjuague para eliminar la suciedad residual, detergente y otros componentes cáusticos (hidróxido, carbonato, óxidos, entre otros).

#### **2.1.3.6. Lavadora de cajas**

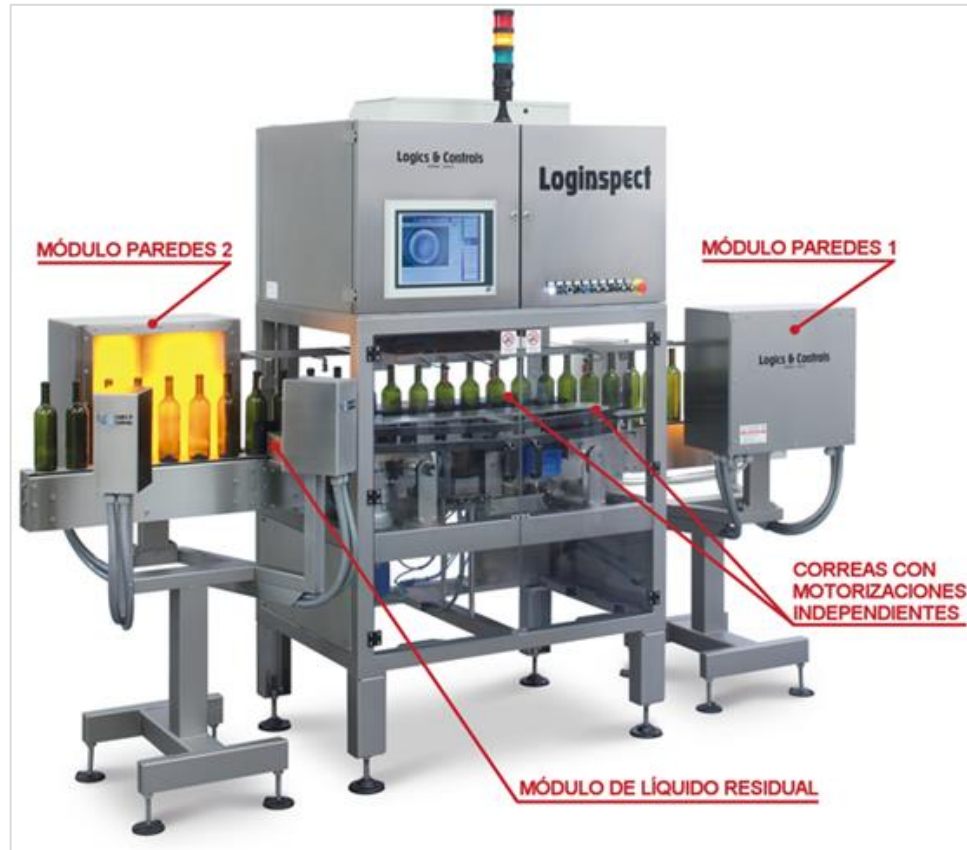
Cuando las botellas son retiradas de las cajillas, estas siguen en la banda transportadora que las lleva a una lavadora, donde primero, por la naturaleza de la banda transportadora son giradas a 180° para botar cualquier residuo sólido, y luego ya entran en la máquina lavadora. El lavado se hace a base de agua.

#### **2.1.3.7. Verificadora de envases**

Cuando los envases han sido debidamente lavados, se dirigen de uno en uno hacia esta verificadora de envases, donde cada botella es inspeccionada mediante esta máquina modular, antes del llenado, y se encarga de revisar todas las superficies de la botella. Comprueba su integridad, limpieza y asegura la ausencia de cuerpos extraños y residuos líquidos o sólidos en su interior, como, por ejemplo, pajilla que no pudo ser extraída durante el proceso de lavado.

Si se encuentra algún desperfecto, como desperfectos en la boca o rosca de la botella, los envases son rechazados y enviados por una banda transportadora hacia el área de Lavado, donde un operador manual los selecciona, para volver a procesarlos o bien saca del proceso los envases para un lavado a mano mucho más meticuloso.

Figura 13. **Verificadora de envases**



Fuente: Logics & Controls. *Control de la calidad, integridad y limpieza de los envases vacíos*. <http://www.logicscontrols.it/es/products/Loginspect>. Consulta: noviembre de 2016.

### 2.1.3.8. **Área de Llenado**

En el área de Llenado se introduce el producto terminado en la botella. Las botellas que van a ser llenadas han pasado ya por el verificador de botellas y se ha garantizado que están en óptimas condiciones para ser llenadas con el producto.

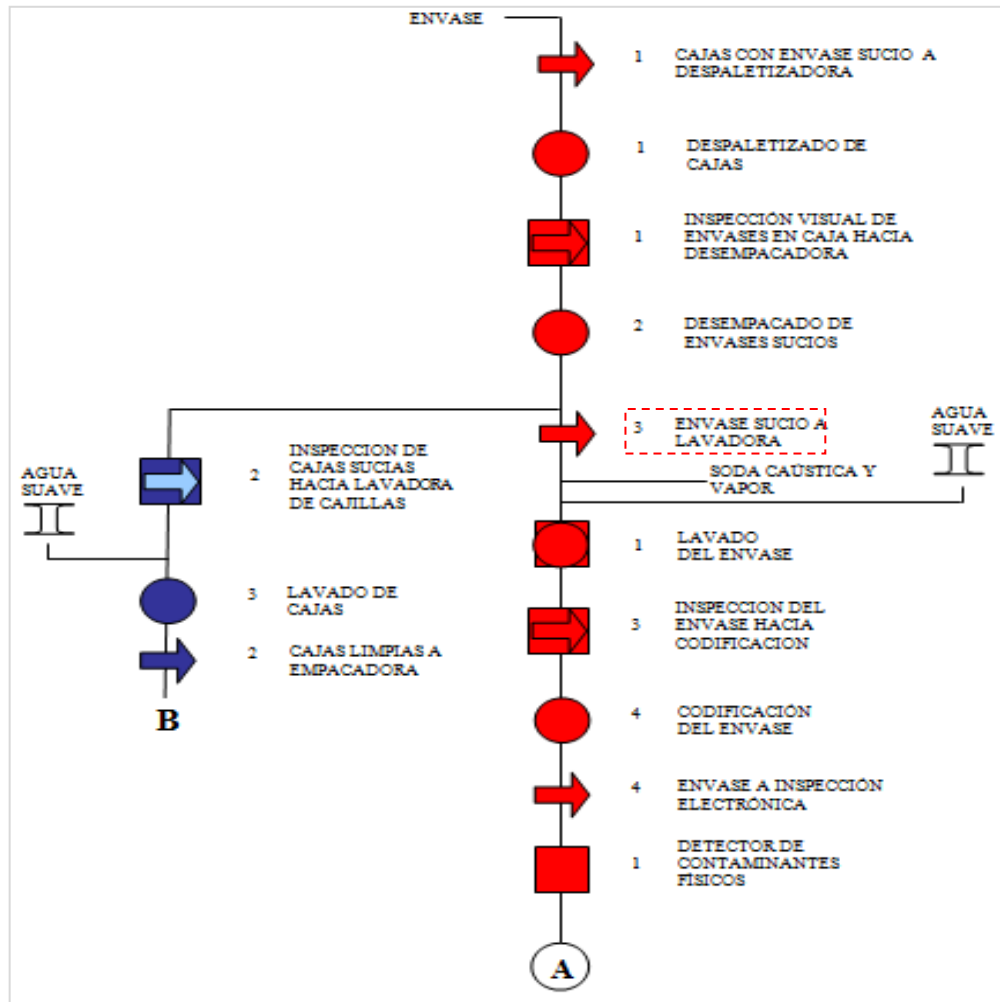
Figura 14. Llenadora de botellas de vidrio



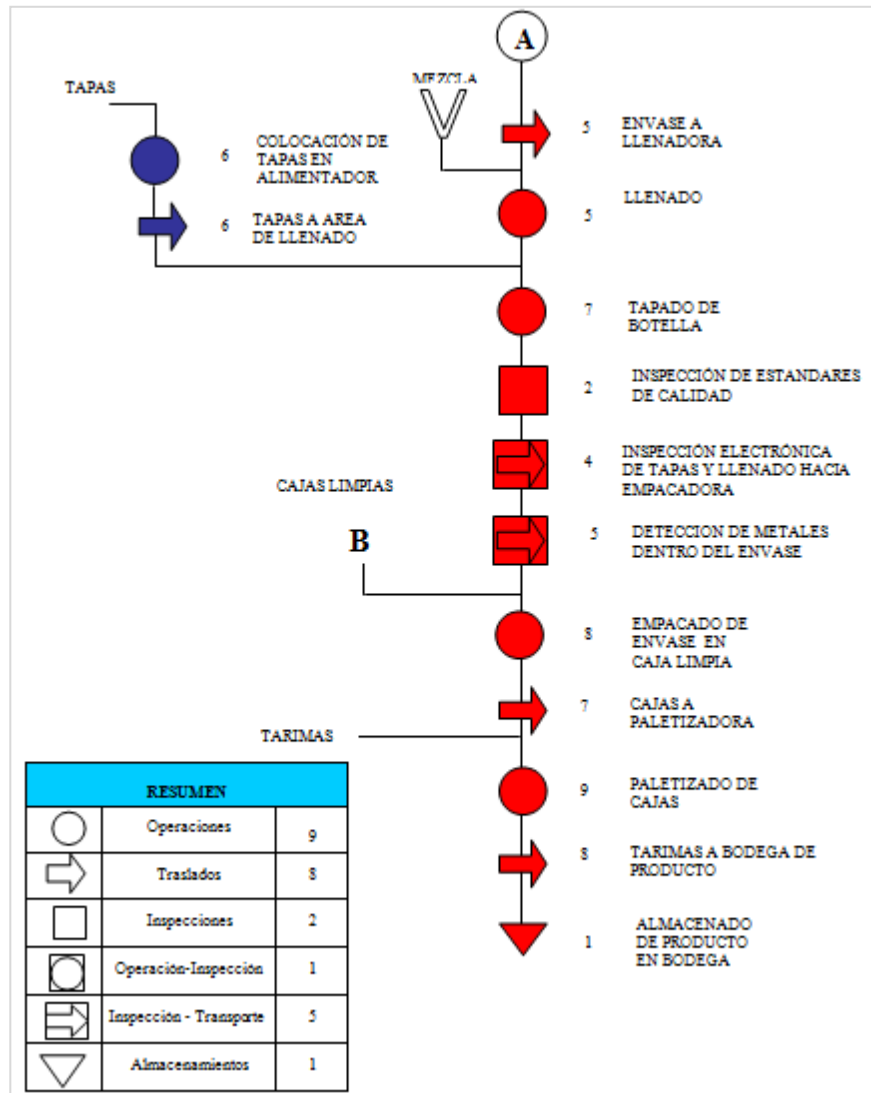
Fuente: Direct Industry. *Llenadora automática*. [http://img.directindustry.es/images\\_di/photo-g/21322-2280589.jpg](http://img.directindustry.es/images_di/photo-g/21322-2280589.jpg). Consulta: noviembre de 2016.



Figura 15. Diagrama de flujo de línea vidrio



Continuación de la figura 18.



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Power Point 2013.

### 2.1.3.9. Área de Envasado

Está se encuentra a la par de la llenadora, aquí es donde será puesto el tapón tipo corona a la botella, por medio de la máquina roscadora, y quedará

sellada para su debida distribución. Se verá aquí lo indispensable del trabajo de la verificadora de botellas, no solo para garantizar el lavado y la presencia de objetos extraños, sino también que la rosca y la boca se encuentren en óptimas condiciones, para cuando llegue el momento de ser coronadas no se quiebren debido a un desperfecto en la botella, en caso de que el tapón no encajara correctamente.

### **2.1.3.10. Carbonatador**

Carbonator es una máquina para mezclar agua y dióxido de carbono necesarios para la producción de bebidas. Esta máquina es completamente automática, completamente fabricada en acero inoxidable. Con control de nivel, regulación de gas, calefacción y control eléctrico. Todos reunidos en una asamblea común. El agua y el gas se integran en la etapa final después de pasar por varios circuitos.

El agua es captada por la bomba regenerativa y llevada a la parte más alta de la columna utilizando presión. En ese lugar se pulveriza y luego baja en forma de llovizna sobre un manto de bolitas de vidrio.

El gas se calienta primero y luego pasa a través de la válvula reguladora de presión haciendo que se expanda de manera controlada, evitando así la congelación. Entra en la columna por la parte central y, en su ascenso, se mezcla íntimamente con el agua. La adición de CO<sub>2</sub> se realiza diluyéndolo en un líquido a baja temperatura y manteniendo constante la presión de saturación. Estos procesos se llevan a cabo de forma automática y continua mediante inyectores Venturi en el flujo de líquido frío, utilizando una bomba Booster de gran capacidad.

Figura 16. **Carbonatador**



Fuente: CTRES. *Carbonatadora*. [http://www.ctres.com.ar/productos\\_carbonatadora.htm](http://www.ctres.com.ar/productos_carbonatadora.htm).

Consulta: noviembre de 2016.

### **2.1.3.11. Alimentador de tapas**

El alimentador de tapas no es más que un depósito donde se guardan el tapón tipo corona, en menudas cantidades, y por medio en un conducto a base de presión, cada tapón es succionado y llevado a través de un conducto hacia la máquina roscadora.

### **2.1.3.12. Lubricación a base de agua**

Una banda transportadora es un sistema de transporte continuo que consta de una cinta transportadora que se mueve continuamente entre dos tambores.

Generalmente, la correa es impulsada por la fricción de su tambor, impulsada a su vez por su motor. Esta fricción es el resultado de la tensión aplicada a la cinta transportadora, generalmente mediante un tensor de mandril o un tornillo tensor. El otro tambor generalmente gira libremente, sin ningún tipo de accionamiento, y su función es volver a la correa. La cinta está soportada por rodillos entre los dos tambores, llamados rodillos de soporte.

Debido al movimiento de la correa, el material depositado en la correa es transportado al tambor de transmisión donde la correa gira y gira en sentido contrario. En esta zona, el material depositado sobre la banda es transferido desde la misma por acción de la gravedad o inercia.

Las bandas transportadoras que se usan en el proceso de producción son lubricadas automáticamente, sin duda alguna esto es una gran ventaja comparado con la lubricación manual:

- Se realizan lubricaciones pequeñas diariamente: lubricación eficiente y menos probabilidad de contaminación cruzada.
- Los operadores tienen mejor intervención con las bandas: el riesgo de accidentes disminuye y los costos también.
- Se garantiza la lubricación los 365 días del año a toda hora.
- La cantidad de lubricante correcta, en el momento correcto, en el lugar exacto de lubricación y se aplica la grasa adecuada, así se reducen mermas de producto.

La lubricación se hace a base de agua y se trata de una jalea de aspecto cristalino, concentrada, elaborada sobre base de jabones inhibidos por sustancias químicas contra la oxidación y la corrosión de metales.

## **2.2. Áreas auxiliares y de servicio**

Estas áreas son todas las que proveen algún servicio hacia la línea de producción y son esenciales para el funcionamiento óptimo. Algunas proveen el servicio de manera directa, como, por ejemplo, el jarabe que va hacia el carbonatador para hacer la mezcla del producto terminado; algunas otras proveen dicho servicio de manera indirecta, como, por ejemplo, las oficinas administrativas, desde las cuales se provee información para la planificación, aunque no está en contacto directo con el proceso de producción.

### **2.2.1. Jarabes**

La mezcla completa de todos los ingredientes necesarios para hacer una bebida carbonatada, excepto el agua carbonatada, se llama jarabe. La solución de azúcar en agua es jarabe simple, y si se agrega ácido, se llama jarabe simple acidificado.

En la empresa embotelladora existe un área designada y separada para la preparación de jarabes. Está equipado con tanques de mezcla y almacenamiento. El edulcorante utilizado es el azúcar de caña. Para preparar el jarabe, la cantidad requerida de agua pretratada se coloca en un tanque de mezcla equipado con un agitador mecánico; mientras se remueve continuamente, se agrega poco a poco la cantidad necesaria de azúcar. Una vez que el azúcar se disuelve, se agregan sabores, colores, ácidos y conservantes.

Después de mezclar todos los ingredientes, el almíbar se pasa por un tamiz de acero inoxidable.

En este lugar se guardan los jarabes y luego son direccionados a la línea de producción, específicamente hacía el carbonatador.

### **2.2.2. Calderas**

En la empresa se tienen con dos calderas generadoras de vapor saturado, estas son de diferentes marcas, Cleaver Brooks y York Shipley. La caldera Cleaver Brooks tiene una capacidad de 400 bhp y la caldera York Shipley tiene una capacidad de 250 bhp.

El cálculo para calcular la generación de vapor de una caldera se obtiene mediante las siguientes fórmulas:

$$m = (\text{Bhp} * 33475 \text{ BTU/hora}) / (\Delta H_{\text{vapor}} - \Delta H_{\text{agua alimentación}})$$

Donde:

Bhp: Boiler horse power (bhp) (1 bhp = 33 475 btu/hora)

$\Delta H$  Vapor: Entalpía del vapor a la presión absoluta que opera la caldera (btu / Libras de vapor)

$\Delta H$  Agua Alimentación: Entalpía del Agua de Alimentación a la temperatura de esta en (btu / Libras de vapor)

La embotelladora cuenta con 2 calderas, la de uso diario marca Cleaver Brooks de 400 bhp y la otra para cubrir demandas pico, una York Shipley de 250 bph, ambas trabajan con una presión de caldera de 95 psi y una temperatura de agua de alimentación de 80 °C.

Para la caldera Cleaver Brooks se tiene:

$m = ?$  (Libras de vapor / hora)

Bhp= 400

Presión de trabajo = 95 psi

Presión absoluta = 95 psi + Presión atmosférica (14,5 psi) = 110 psia

$\Delta H$  Vapor = 1 190 btu / lb

Temperatura de agua de alimentación = 80 °C = 176 °F

$\Delta H$  Agua Alimentación = 145 btu / lb

Entonces:  $m = (400 \text{ bhp} * 33,475 \text{ btu}) / (1 \text{ 190 btu /lb} - 145 \text{ btu/lb})$

$m = 12 \text{ 816 libras de vapor / hora}$

Para la caldera York Shipley se tiene:

$m = ?$  (Libras de vapor / hora)

Bhp= 250

Presión de trabajo = 95 psi

Presión absoluta = 95 psi + Presión atmosférica (14,5 psi) = 110 psia

$\Delta H$  Vapor = 1 190 btu / lb

Temperatura de agua de alimentación = 80 °C = 17 °F

$\Delta H$  Agua Alimentación = 145 btu / lb

$m = (250 \text{ bhp} * 33,475 \text{ btu}) / (1 \text{ 190 btu /lb} - 145 \text{ btu/lb})$

$m = 8,010 \text{ libras de vapor / hora}$

Capacidad total = 12 816 Libras + 8 010 Libras/vapor hora = 20 826 libras de vapor /hora

Las generaciones de vapor de ambas calderas generan 20 826 libras de vapor / hora, para cualquier demanda máxima que tenga la planta de producción.

Análisis de Gases de Combustión para Calderas Cleaver Brooks:



Tabla V. **Análisis de gases de combustión para calderas Cleaver Brooks**

Parámetros Óptimos	FECHA	05-nov		
	TIPO DE FUEGO	BAJO	MEDIO	ALTO
↓ 450°F	Temperatura gases	313,9 °F	421,6 °F	430,1 °F
3 % - 4 %	Contenido O2	9,3 %	9,9 %	10,9 %
13,5 % - 14,3%	Contenido CO2	9,3 %	8,8 %	8,1 %
15 % - 20 %	Exceso de aire	73,9 %	83,0 %	99,9 %
↑ 87 %	Eficiencia	87,9 %	85,8 %	85,2 %
↓ 75 ppm	Contenido CO	67 ppm	71 ppm	60 ppm
	Contenido COu	120 ppm	135 ppm	124 ppm
3 - 4	Opacidad	3	6	7

Fuente: elaboración propia.

La eficiencia de combustión para la caldera Cleaver Brooks (400 BHP), el promedio de los tres fuegos de 86,3 %.

Porcentaje Pérdidas en Purgas: Es necesario purgar la caldera para eliminar la acumulación de sólidos disueltos totales (TDS), el calderista purga la caldera de forma manual una vez por día. Para calcular el porcentaje de pérdidas por purgar la caldera se tiene que:

$$\text{Porcentaje de purga} = (\text{TDS } make\ up / \text{TDS agua caldera}) * 100$$

Donde:

TDS *make up*: Sólidos Disueltos Totales de agua condensada multiplicada por el porcentaje de la fracción del agua de reposición), para el dato de los TDS del agua condensada se toma una muestra y el personal de tratamiento de agua mediante un análisis con equipo sofisticado genera el dato.

$$\text{TDS } make\ up = (\text{TDS retorno condensado}) * (\text{Fracción } make\ up)$$

TDS retorno condensado: Sólidos Disueltos Totales de agua condensada y el personal de tratamiento de agua mediante un análisis con equipo sofisticado genera el dato.

Fracción *make Up*: Es el resultado de dividir los TDS del RC / TDS Agua Suave, el personal de tratamiento de agua mediante un análisis con equipo sofisticado genera los datos.

TDS agua caldera: Sólidos Disueltos Totales del agua de alimentación de la caldera (agua condensada + agua *make up*), se toma una muestra y el personal de tratamiento de agua mediante un análisis con equipo sofisticado genera el dato.

Cálculo para determinar el porcentaje de pérdidas por purgas de ambas calderas:

Caldera Cleaver Brooks:

TDS retorno condensado = 17 ppm (Datos del tanque)

TDS agua caldera = 2 300 ppm (Purga de caldera)

TDS agua suave = 169 ppm (Dato de tratamiento de agua)

Fracción *make up* = 9, 85 % (en porcentaje agua de reposición)

TDS *make up* = (TDS retorno condensado)\*(Fracción *make up*)

TDS *make up* = 2 ppm

Porcentaje purga = (TDS *make up* / TDS agua caldera) \*100

Porcentaje purga = 0,07 %

York Shipley:

TDS retorno condensado = 17 ppm (Datos del tanque)

TDS agua caldera = 3 000 ppm (Purga de caldera)

TDS agua suave = 169 ppm (Dato de tratamiento de agua)

Fracción make up = 9,85 % (en porcentaje agua de reposición)

TDS make up = (TDS retorno condensado)\*(Fracción make up)

TDS make up = 2 ppm

Porcentaje purga = (TDS make up / TDS agua caldera) \*100

Porcentaje purga = 0,05 %

Entonces para la caldera Cleaver Brooks se tiene:

Eficiencia Caldera = Eficiencia Combustión – (porcentaje Pérdidas en purgas - porcentaje Pérdidas por radiación y convección)

Eficiencia de combustión = 86,3 %

Porcentaje pérdidas en purgas = 0,07 %

Porcentaje pérdidas por radiación y convección = 2,5 % (Dato teórico).

Eficiencia Caldera = 83,73 %

### **2.2.3. Almacén de materia prima**

Entendiendo que la empresa embotelladora cuenta con otras líneas de producción, es un hecho que el almacén de materia prima no es exclusivo para el llenado y envasado en vidrio. En este se almacenan otras materias primas de otras líneas de producción, a pesar de ello, los controles de inventarios están

sujetos a revisiones diarias y en base a la planificación de producción, para poder hacer el mejor uso de este espacio.

#### **2.2.4. Planta de tratamiento de aguas residuales**

El tratamiento de aguas residuales comprende una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como objetivo eliminar los contaminantes físicos, químicos y biológicos presentes en las aguas residuales para uso humano.

La planta de tratamiento de aguas es relativamente nueva y tiene menos de 1 año de estar funcionando, hoy en día aún se están realizando controles para recuperar el agua residual. De momento, las aguas de todas las líneas van al drenaje común y no se cuenta con una caracterización de aguas de cada línea, aunque ya está en la programación realizarla para saber los niveles de contaminación del agua individualmente por la línea de producción.

#### **2.2.5. Centro de distribución**

El centro de distribución alberga todos los productos terminados, tanto de la línea de vidrio como de otras líneas, y también productos de importación que la empresa tiene en sus portafolios de productos. Cuando el producto está terminado es llevado desde la paletizadora hacia el centro de distribución por montacargas, aunque también se almacena envase que fue retornado por el consumidor.

### **2.2.6. Talleres**

Se cuenta con los siguientes talleres que están a disposición del proceso productivo:

- Taller de mantenimiento: El personal del departamento de Mantenimiento se encuentra en esta ubicación y aquí se realizan las labores propias del mantenimiento.
- Área de Torno: Se usa esta área para ajustar piezas de las líneas de producción y en algunas ocasiones también se realiza fabricación.
- Área de Soldadura: Se cuenta con un equipo de soldadura para dar mantenimiento a piezas que requieran ser soldadas, ya sea por mantenimiento preventivo o correctivo.

### **2.2.7. Oficinas**

Existen dos áreas de oficinas administrativas, una se encuentra en el mismo complejo de producción y centro de distribución, aquí se encuentra el personal administrativo que tiene relación directa con el producto, entiéndase, gerente de producción, coordinadores de líneas, analistas de calidad, entre otros. El otro edificio se encuentra situado al otro lado de la calle, y en este hay otras áreas como Recursos Humanos, Vendedores Telefónicos, Clínica, entre otras.

## **2.3. Departamento de Mantenimiento de Maquinaria y Equipo**

El departamento de Mantenimiento de Maquinaria y Equipo está localizado al lado de las oficinas de producción, y este departamento es el encargado de

realizar las tareas y acciones encaminadas a la conservación de la maquinaria, equipo e instalaciones, de forma tal que siempre estén funcionando en óptimas condiciones, logrando los rendimientos para los cuales fueron adquiridas, previniendo o minimizando las fallas durante su vida útil en operación.

### **2.3.1. Funciones del departamento de Mantenimiento**

- Prevenir, minimizar y corregir las fallas que se presenten sobre los bienes de la organización.
- Reducir el impacto de las fallas que no se logren evitar.
- Minimizar los paros de maquinaria y evitar paros innecesarios.
- Prevenir accidentes y garantizar la seguridad de las personas.
- Garantizar que no habrá daños ambientales.
- Preservar los bienes producidos en condiciones seguras.
- Alcanzar las metas de uso eficiente y racional de la energía.
- Optimizar las funciones y la vida útil de los bienes.

### **2.3.2. Organización y gestión**

Cuentan con un equipo administrativo y otro operativo, donde los administrativos se encargan de hacer toda la planificación de mantenimientos y planes de acción y los que se encuentran en el área Operativa se encargan de ejecutar todas las tareas y también mantenimientos correctivos que sean solicitados para los diferentes equipos involucrados en la producción.

### **2.3.3. Control de mantenimientos**

Se realizan controles de mantenimiento mensual, trimestral, semestral y anual, donde se llevan el registro de todas las tareas para poder prever los

riesgos de cada operación de mantenimiento y dictar las normas de seguridad necesarias.

Para realizar estas acciones se debe considerar lo siguiente:

- Ejecutar en tiempo los planes y los programas
- Garantizar la productividad y la eficiencia de la fuerza laboral
- Costos reales con relación a los planificados
- Tiempos de paro vinculados con las horas de actividad de la planta
- Benchmarking mundial de indicadores de la misma actividad

#### **2.4. Departamento de Salud Ocupacional**

Es el departamento responsable de garantizar la salud de los trabajadores y asegurar que el empleador le de las condiciones ideales al trabajador para que este no corra riesgos durante sus labores. El departamento de Salud Ocupacional realiza controles periódicos de la salud de los colaboradores determinar si el estado de salud de ellos ha cambiado debido al impacto laboral. Así mismo, garantiza que se cumplan las regulaciones legales locales, contempladas en el acuerdo gubernativo 229-2014 y sus reformas 233-2016. Anualmente se realizan mediciones de iluminación, ruido y material particulado para diagnosticar los niveles de riesgo y definir controles sí fuese necesario.

##### **2.4.1. Funciones del personal del departamento de Salud Ocupacional**

- Ser un modelo a seguir en el campo de la salud ocupacional, prestando los servicios y realizando las acciones propias de esta actividad.

- Colaborar activamente a la solución de los problemas de salud de los trabajadores en el medio ocupacional, por medio de asesorías técnicas, capacitación e investigación aplicada en la materia.
- Establecer métodos de análisis, procedimientos de muestreo y sistemas de medición necesarios para evaluar los lugares de trabajo con enfoque a los riesgos de la operación.
- Definir protocolos y guías clínicas para el diagnóstico temprano, calificación y evaluación de las enfermedades laborales y de maneras de intervención sanitaria.
- Ejecutar acciones de vigilancia e inspección, dirigidas a encontrar y evaluar los agentes y condiciones de riesgo en los lugares de trabajo y sus efectos, y definir las medidas de prevención necesarias.
- Involucrarse en la autorización y control de los permisos de trabajo que se llenen diariamente en la operación.

#### **2.4.2. Seguridad industrial**

El departamento de Seguridad Industrial será el encargado de velar por el bienestar de los trabajadores. Como parte de la gestión de la seguridad en la planta deberán realizar matrices de riesgo de los diferentes procesos y tareas que se realizan en toda la planta, con el fin de identificar los peligros y riesgos para poder mitigarlos o establecer medidas de control enfocadas en la prevención. Deberán garantizar el cumplimiento de la normativa de la empresa, y el cumplimiento legal, contemplado en el acuerdo gubernativo 229-2014 y sus reformas 33-2016. Su alcance no está limitado a los trabajadores de la empresa, sino también a contratistas, proveedores y visitantes que ingresen a la planta.



## **2.5. Departamento de Medio Ambiente**

El departamento de Control de la Calidad regula actualmente las tareas de gestión y control del impacto que la empresa tiene sobre el medio ambiente, con un doble objetivo: controlar y minimizar el impacto de sus operaciones y sensibilizar ambientalmente a todo el personal para unas mejores prácticas ambientales, pero se precisa segmentar estas atribuciones y contar con un Departamento de Medio Ambiente enfocado específicamente en dar seguimiento al Sistema de Gestión Ambiental, con el fin de lograr los mejores resultados.

### **2.5.1. Funciones del departamento de Medio Ambiente**

- Mitigar los impactos ambientales por la operación de la empresa
- Presentar planes de acción antes los impactos ambientales
- Auditorías internas
- Presentar informes de ley a MARN

### **2.5.2. Gestión del riesgo ambiental**

Actualmente se hace un esfuerzo por regular los riesgos ambientales de la empresa, pero se precisa contar con un sistema robusto, como lo es un Sistema de Gestión Ambiental, que regule o elimine todos los riesgos ambientales identificados. La implementación de la herramienta producción más limpia y el seguimiento de sus directrices aporta a este fin, pero no debe estar limitada a ella, se requiere entonces de un sistema de gestión sostenible en el tiempo, que pueda dar seguimiento a los riesgos ambientales de la empresa.

### **2.5.3. Controles ambientales**

- Incorporación de los temas ambientales a la estrategia de la organización
  - Garantizar que las prácticas y conductas de la organización estén en armonía con el cumplimiento de todo lo relacionado al tema ambiental.
  - Auditorías al cumplimiento del marco legal vigente.
  - Ampliar las normativas ambientales a estándares internacionales, que no se limiten al marco legal nacional y que sean necesarias para garantizar el cuidado del medio ambiente.
  - Hacer un análisis del impacto que la empresa tiene hacia medio ambiente derivado de sus operaciones.
  - Contar con un departamento especializado en medio ambiente y la selección del personal idónea para pertenecer al mismo.
  - Desarrollar campañas y programas de comunicación y formación ambiental para todas las personas de la organización a todo nivel.
  - Materializar mejoras ambientales en los bienes de su portafolio, como, por ejemplo, el hacer productos con un costo ambiental de fabricación que sea mínimo, productos que sean verdes, ecológicos o, el hacer productos con posibilidad de reciclaje.
- Consolidar ahorros energéticos en todas las escalas.

### **2.6. Factores ambientales del proceso**

Se deben considerar todas las causas que generan algún impacto ambiental durante el proceso productivo y mitigar la causa desde la fuente. Tal y como se realizó anteriormente durante un breve diagnóstico ambiental inicial de la línea de llenado y envasado en botella de vidrio, se deberá replicar en toda la planta con los diferentes procesos productivos.

### 2.6.1. Consumo energético de la planta de producción

Actualmente es el departamento de Mantenimiento el encargado de generar los reportes de consumos energéticos de toda la planta, en ellos se comparte el consumo energético general y los consumos energéticos por los diferentes procesos. Debido a la carencia de un departamento de Medio Ambiente, aunque se cuentan con reportes de los consumos energéticos de la planta y los diferentes procesos, no se generan acciones contundentes para reducir los consumos y tampoco un seguimiento exhaustivo, aun así, mes a mes se ha fijado un objetivo de consumo de KWh por cajas de bebida producidas, este objetivo responde a histórico de rendimientos anteriores, pero tiene un enfoque monetario y no del todo ambiental.

Se muestra un extracto del reporte de consumo energético de los últimos 7 meses (enero a julio 2018).

Tabla VI. Consumo energético por caja de 8 onzas

		Línea de estudio
INDICADOR CONSUMO ENERGETICO (WKH / Cajas)	ENERO	✓ 0,051
	FEBRERO	⚠ 0,055
	MARZO	✗ 0,059
	ABRIL	✗ 0,058
	MAYO	✓ 0,054
	JUNIO	✓ 0,053
	JULIO	✗ 0,058
	ACUMULADO	✗ 0,055
OBJETIVO		0,055

Fuente: elaboración propia.

Con lo que se puede evidenciar que los consumos de KWh por caja producida no se alcanzan constantemente, pero se mantienen cerca de los valores esperados.

### **2.6.2. Aguas residuales de la planta de producción**

El agua es utilizada en grandes cantidades durante el proceso productivo y al final es desechada en el drenaje. Se utiliza durante la lubricación y también en los tanques de enjuague. Vale la pena mencionar que cada cierto tiempo (por lo regular 3 meses), se vacían los tanques de soda cáustica y esto es vertido en el drenaje común. La planta de tratamiento de aguas residuales tiene menos de un año de estar funcionando y todavía están en el proceso de garantizar que el agua se está recuperando, y en este momento no se pueden tener los datos del agua tratada.

Al igual que sucede con los reportes de los consumos energéticos, los reportes de consumos de agua son gestionados por parte del departamento de Mantenimiento, por medio de lecturas en los diferentes contadores instalados para medir los consumos de agua en los diferentes procesos. En los reportes de consumo de agua se muestra el consumo de agua en litros por los litros de bebida que fueron generados.

Se muestra un extracto del reporte de consumo de agua de los últimos 7 meses (enero a julio 2018).

Tabla VII. **Consumo de agua por caja de 8 onzas**

Mes	Suma de Bebida Terminada (L)	Suma de Total Agua (L)	Indicador de consumo
Enero	1 348 955,63	458 955,15	2,94
Febrero	1 435 059,18	468 321,58	3,06
Marzo	1 686 194,54	509 950,17	3,31
Abril	1 498 839,59	417 231,95	3,59
Mayo	1 822 913,01	488 250,16	3,73
Junio	1 587 006,62	509 950,17	3,11
Julio	1 498 839,59	483 110,68	3,10

Fuente: elaboración propia.

### 2.6.3. Emisiones actuales durante el proceso productivo

Son todos los fluidos gaseosos, puros o con sustancias en suspensión; igualmente, toda forma de energía radioactiva, electromagnética o sonora, que emanan como residuos o productos de la actividad humana o natural.

Durante la revisión ambiental inicial que se realizó previamente se consideraron las emisiones principales del proceso de producción, entre estas se tiene: agua, energía, desechos sólidos y ruido. De acuerdo con los diagramas de Ishikawa y Pareto realizados durante la revisión ambiental inicial, la prioridad debería centrarse en los desechos sólidos y las 6 áreas a las que debía de prestarse mayor atención serían el área de Lavado, Despaletizadora, Paletizadora, Lavadora de Cajilla, Llenado, Envasado y en la desempacadora. En este momento no se cuenta con un histórico de los desechos sólidos generados en las diferentes áreas, y durante la implementación de herramientas de producción más limpia, se darán los principios y directrices a seguir para gestionar los desechos sólidos de la mejor manera, y las otras emisiones ya identificadas.

### 2.6.3.1. Ruido

El límite máximo de ruido permisible para una persona en un turno de 8 horas es de 85 decibeles, y está regulado por el artículo 189 del Acuerdo Gubernativo 33-2014 y sus Reformas 33-2016. Se cuenta con un estudio que establece los valores de ruido que se generan dentro de la empresa y siendo estos, en varias ubicaciones de ella mayores a lo permisible, se ha optado por establecer el uso obligatorio de tapones auditivos dentro de las instalaciones, con el fin de atenuar los niveles de ruido percibidos por las personas dentro de ella y cumplir con lo establecido como permisible para no dañar su salud. Esta medida fue adoptada después de un análisis de control de este riesgo en el cual se determinó que no sería posible la eliminación de este en el corto plazo.

Se presenta un extracto del estudio de ruido, mostrando los valores de ruido generados en las distintas áreas de línea de llenado y envasado en botella de vidrio cuando está en operación:

Tabla VIII. **Medición de ruido por ubicación**

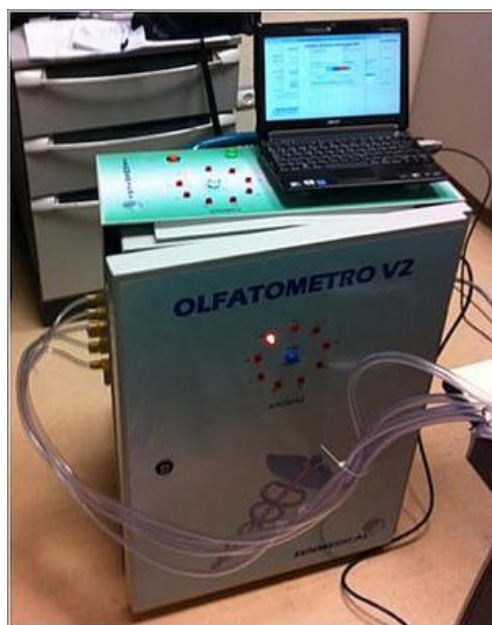
Ubicación	Nivel de ruido en decibeles
Despaletizadora	86
Paletizadora	88
Desempacadora	90
Empacadora	91
Lavadora de cajilla	87
Área de lavado	95
Verificadora de envases	90
Llenado y envasado	92
Carbonatador	88
Alimentador de tapas	86

Fuente: elaboración propia.

### 2.6.3.2. Olores

La mayoría de los olores que son generados en la planta, son debido a las diferentes sustancias que se utilizan para el proceso productivo, a pesar de ello, los olores no son fuertes en las afueras de la planta. Cabe mencionar que los olores fueron considerados durante la lluvia de ideas realizada en la revisión ambiental inicial, pero fueron descartados como una causa a tratar, debido que recientemente se realizó una olfatometría por medio de una empresa tercera, que, con el apoyo de un olfatómetro, pudo determinar que los valores se encontraban entre los parámetros normales y no sería necesario tratarlos.

Figura 17. **Olfatómetro**



Fuente: SINC. *Olfatómetro*. <https://www.agenciasinc.es/Noticias/Un-olfatometro-mide-la-respuesta-del-cerebro-a-ocho-aromas-distintos>. Consulta: noviembre de 2016.

### 2.6.3.3. Residuos sólidos

Tomando en cuenta que la botella de vidrio es retornable, al ser recuperada del consumidor, esta traerá una diversidad de residuos sólidos. Entre los más comunes durante el proceso productivo se pudieron identificar: botellas de vidrio, fragmentos de vidrio, cajilla plástica, fragmentos de plástico de cajilla, tapón tipo corona defectuoso, pallets defectuosos, fragmentos de madera como los residuos, sin embargo, dentro de las botellas retornables se encuentra una gran diversidad de residuos, considerando que estos vienen del exterior y las personas suelen depositar en ellas popotes, basura orgánica, empaques plásticos, entre otros.

Como parte de la revisión ambiental inicial se realizó un recorrido por las diferentes áreas para realizar una lista de verificación con los tipos de residuos que se generan, los resultados se muestran en la siguiente tabla.

Tabla IX. Tipo de residuo por ubicación

Ubicación	Ordinarios	Orgánicos no desechables	Orgánicos compostales	Papel y cartón	Plásticos	Vidrio	Metales	Peligrosos
Despaletizadora	X	X	X	X	X	X	X	
Paletizadora								
Desempacadora					X	X		
Empacadora					X	X		
Lavadora de cajilla					X		X	
Área de lavado	X	X	X	X	X	X	X	X
Verificadora de envases						X	X	
Llenado y envasado						X	X	
Carbonatador								
Alimentador de tapas							X	

Fuente: elaboración propia.



### **3. PROPUESTA PARA APLICAR LOS PRINCIPIOS Y DIRECTRICES EN LA GESTIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL**

#### **3.1. Revisión ambiental**

Los envases de vidrio contienen procesos en los que se aplican ampliamente medidas de producción más limpia. Estas medidas reducirán las emisiones y vertidos en origen, minimizando así el riesgo de contaminación de los afluentes, la salud humana, y del daño al medio ambiente. Las medidas de producción más limpia aplicables a los envases de vidrio se detallan en seguida.

##### **3.1.1. Fase I propuesta de reunión inicial**

Se realizará una reunión inicial con el departamento de Producción para establecer las medidas para la prevención de la contaminación en los procesos de llenado de botellas de vidrio.

###### **3.1.1.1. Identificación de áreas y personal clave**

Se realizará una identificación de las áreas y personal involucrado en el proceso reciclado de la botella de vidrio, lavado, inspección, llenado.

###### **3.1.1.2. Delimitación del alcance de la propuesta**

El alcance tiene como una estrategia ambiental preventiva integrada al proceso de llenado y envasado en botella de vidrio ayuda a aumentar la eficiencia y reducir los riesgos para los seres humanos y el ambiente.

### **3.1.2. Fase II entrevista con personal de producción**

Se realiza una entrevista estructurada y no estructurada con el personal que tiene injerencia en el proceso de llenado de botellas de vidrio.

Las preguntas realizadas de forma estructurada son:

- ¿Se realiza una caracterización de los residuos?
- ¿Se inspecciona los envases de vidrio previo a ser trasladados al área de Lavado?
- ¿Se cuenta con eco-mapas para identificar las áreas de contaminación?
- ¿Se cuenta con procedimientos para el área de Producción?
- ¿Se tiene un plan de control de calidad en producción?

#### **3.1.2.1. Compromiso ambiental**

El reciclaje de vidrio abarca una amplia gama de procesos, desde la clasificación, la clasificación y la entrega hasta las instalaciones de reciclaje; materiales relacionados con el vidrio. Para el proceso de envasado tienes el material de envasado (botellas de vidrio). Este material debe colocarse en un área destinada a su clasificación y luego enviarse a centros de reciclaje, fábricas de reciclaje de vidrio.

#### **3.1.2.2. Inspección de la actividad**


La inspección de la actividad inicia desde la recepción de todos los envases de vidrio los cuales son inspeccionados para verificar que no se encuentre rotos, con materias extrañas en su interior.

### 3.1.2.3. Identificación y valoración de los efectos medio ambientales



AL tener una contaminación cruzada de un agente externo, ya sea bacteria, virus, puede provocar una reacción de amenaza de riesgo en la salud del ser humano.

Una vez dentro del organismo un agente químico se distribuye a través del flujo sanguíneo, depositándose en los tejidos adiposos que envuelven los distintos órganos del cuerpo humano y desde allí se transmiten a los órganos propiamente dichos con efectos tóxicos. Su introducción en el organismo humano depende de las características fisicoquímicas y de la ventilación pulmonar a la que esté sometido el trabajador, durante la exposición, es decir al mayor o menor esfuerzo físico que esté realizando en ese momento.


Tabla X. **Vías de entrada de los contaminantes**

VÍAS DE ENTRADA DE LOS CONTAMINANTES EN EL ORGANISMO		
Vía respiratoria: por medio de la nariz, boca, pulmones.		Es la vía más importante de entrada de sustancias peligrosas al ambiente laboral, puesto que se inhala el aire y con él, todo tipo de sustancias que pueden llegar: sólidos en forma de polvo, líquidos en forma de polvo, mezcla de vapor y gas, directamente con el aire.

Continuación de la tabla X.



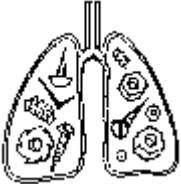

<p>Vía dérmica: por medio de la piel.</p>		<p>Hay sustancias que son capaces de atravesar la piel, sin provocar ningún cambio, entran al torrente sanguíneo y la distribuirán por todo el organismo. Los factores que van a interferir son: la superficie total de la piel expuesta, el estado de la piel y las características de la sustancia en sí (más o menos liposoluble).</p>
<p>Vía digestiva: por medio de la boca, estómago, intestinos.</p>		<p>Esta es una ruta de entrada inusual porque las sustancias que una persona activa no se lleva a la boca es probable que ingresen al tracto gastrointestinal cuando comen en el trabajo, fuman, beben y beben. Lávate las manos primero. comer, incluso fuera del trabajo. Las buenas prácticas de higiene personal deberían ser suficientes para evitar esta intrusión.</p>

Continuación de la tabla X.





<p>Vía parenteral: por medio de heridas.</p>		<p>Se conoce como parenteral al ingreso de sustancias por medio de una herida o llaga preexistente o causada por un accidente como un corte o pinchazo.</p>
--	---	---

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Efectos de los productos tóxicos**

<b>EFFECTOS DE LOS PRODUCTOS TÓXICOS SOBRE EL CUERPO HUMANO</b>		
<p>Corrosivos</p>	<p>Afectación severa de los tejidos sobre los que actúa el tóxico.</p>	
<p>Irritantes</p>	<p>Irritación de las partes del cuerpo en contacto con el tóxico.</p>	
<p>Neumoconióticos</p>	<p>Afectación pulmonar causada por partículas sólidas.</p>	
<p>Asfixiantes</p>	<p>Reducen el oxígeno presente en el aire o es alteración de los mecanismos oxidativos biológicos.</p>	

Continuación de la tabla XI.

Anestésico y Narcóticos	Es un depresivo del sistema nervioso central. Usualmente el efecto se va cuando desaparece el contaminante.	
Sensibilizantes	Causa alergias ante la presencia del tóxico, sin importar que este se presente en pequeñas cantidades (Asma, Dermatitis).	
Cancerígenos Mutágenos y Teratógenos	Puede producir cáncer, al igual que modificaciones hereditarias y malformaciones en la descendencia.	
Sistémicos	Causa alteraciones de órganos en sistemas específicos por ejemplo: hígado, riñón, entre otros.	

Fuente: elaboración propia.

El primer paso sería identificar posibles peligros químicos en el lugar de trabajo y observar si una o más sustancias actúan simultáneamente.

La fase de medición es necesaria para conocer la extensión, cantidad o concentración en la que cada factor de riesgo está presente en el entorno laboral.

Los resultados se compararán con varios criterios de evaluación. En el caso de los contaminantes químicos, se refiere a la evaluación ambiental o la

concentración media permisible y la evaluación de la cantidad de contaminante que se ha introducido en el cuerpo del trabajador expuesto.

En función de la concentración obtenida, se diagnostica si la situación laboral a la que está expuesto el trabajador es peligrosa o no para su salud.

Tabla XII. Matriz de evaluación de riesgo

ACTIVIDADES - ACCIONES	COMPONENTES AMBIENTALES	AIRE		AGUA		SUELO		Calidad de suelo por presencia de desechos						
		Calidad de Aire / Emisiones	Niveles de Ruido y Vibraciones	Calidad de agua superficial	Calidad de agua de mar	Erosión / erodabilidad	Afectación de hábitats							
Planta de producción	Consumo de materia prima	M 0,0	VIA 0,0	M 0,0	VIA 0,0	M 0,0	VIA 0,0	M -1,2	VIA 1,1					
	Personal de planta	0,0	0,0	-1,1	1,2	-1,1	1,2	-1,1	1,2	-2,2	1,9			
	Turnos de trabajo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
	Demanda y consumo de agua potable	0,0	0,0	0,0	0,0	-2,2	1,9	0,0	0,0	-0,8	0,0	0,0		
Área de operaciones	Eliminación de aguas residuales	0,0	0,0	0,0	0,0	-2,2	2,3	0,0	0,0	-0,6	0,0	0,0		
	Crecimiento de demanda de materia prima	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,4	0,9	0,0	-1,6	0,0	-1,0	1,2	
	Generación de desechos sólidos	-1,0	1,7	0,0	0,0	-1,2	1,6	-1,4	1,7	0,0	-1,4	0,0	-2,2	2,3
Movilización / Traslados	Evidencia de fuentes de contaminación	-1,8	1,6	0,0	0,0	0,0	-1,8	1,3	-1,4	1,1	-1,4	1,4	-1,8	1,3
	Incremento de comercio	0,0	0,0	-1,6	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,4	1,1
Infraestructura local	Incremento de demanda de Energía Eléctrica	0,0	0,0	-0,6	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Capacidad de carga de la planta	0,0	0,0	-1,2	1,3	0,0	0,0	-1,8	1,6	0,0	-1,8	0,0	0,0	0,0
Evaluación	Sumatoria de los Índices de Impacto Ambiental (VIA)	3,3	3,6	7,1	6,6	2,0	2,6	9,0						
	No. Impactos positivos	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0						
	No. Impactos negativos	2,0	4,0	4,0	5,0	2,0	7,0	6,0						





### **3.1.3. Fase III realización de informe**

Después de la entrevista se procesa a hacer un informe con los hallazgos encontrados.

## **3.2. Eco-mapa**

El Eco-mapa es una herramienta muy simple que ayuda a gestionar los temas ambientales de pequeñas compañías y en algún punto pueden evolucionar a un Sistema de Gestión Ambiental (SGA). El Eco-mapa puede detallarse como:

- Un listado de prácticas y problemas identificados
- Un sistema para consolidar una revisión ambiental en lugar específico
- Un compendio que denota la situación actual de la empresa usando medios amigables (visuales).
- Una estrategia de sensibilización en el trabajo.

En el capítulo cuatro se expone la realización de los eco-mapas.

### **3.2.1. Mapa de desechos**

Este eco-mapa documenta la generación de desechos líquidos y sólidos y los impactos que de él se derivan. En un mapa de planta se marcan los puntos de la línea en los que se generan más emisiones, para más adelante, poder hacer un seguimiento de lo identificado en el mapa.

### **3.2.2. Mapa de agua**

Este eco-mapa estudia el consumo de agua y la descarga de aguas residuales. En un mapa de planta se marcan los puntos de utilización de agua con mayor relevancia, para más adelante, poder hacer un seguimiento de lo identificado en el mapa.

### **3.2.3. Mapa de energía**

Este eco-mapa documenta el consumo de energía y los impactos que de él se derivan. En un mapa de planta se marcan los puntos de consumos energéticos más críticos, para más adelante, poder hacer un seguimiento de lo identificado en el mapa.

## **3.3. Eco-balance**

El eco balance es una herramienta que permite tener una estrategia para mejorar los procesos productivos que sean amigables con el medio ambiente, reduzca el consumo de energía, utilización de agua, manejo integral de desechos sólidos y líquidos y su tratamiento

## **3.4. Matriz MED y análisis del ciclo de vida**

La matriz MED (Materiales, Energía y Desechos), permite implementar el análisis de los problemas ambientales que pueda llegar a presentar en la organización ya sea cualitativamente como cuantitativamente, en esta matriz se pretende establecer a través del ciclo de vida del producto el perfil ambiental que este presenta y el impacto ambiental que puede llegar a generar.

Tabla XIII. **Matriz MED**

Item	Procedimiento	Proceso	Actividad	Control o influencia	Entradas que usa	Condición de operación	Entradas que usa	Entradas que usa
4	Todos	Todos	Labores diarias en las que se usa energía para iluminación.	Control	Luminarias led, de pared, de techo, de tubo, exterior y de emergencia.	Normal	Generación de residuos peligrosos o especiales.	Residuos peligrosos.
5	Todos	Todos	Uso de computadoras, protectores de corriente, impresoras, fotocopiadoras, proyectores, microondas, radios, cargadores de equipos.	Control	Equipos electrónicos y eléctricos.	Normal	Generación de RAEE's.	Residuos de aparatos electrónicos y eléctricos, RAEE's.
6	Todos	Todos	Impresiones de documentos.	Control	Tóner y cartuchos plásticos.	Normal	Generación de residuos peligrosos o especiales.	Residuos peligrosos.
11	Todos	Todos	Tareas diarias que incluyen el uso de baterías alcalinas.	Control	Baterías.	Normal	Generación de residuos peligrosos o especiales.	Residuos de baterías.
15	Todos	Todos	Remoción de embalajes.	Influencia	Plástico, aluminio, metal, varios tipos de papel, cartón.	Normal	Generación de residuos peligrosos o especiales.	Residuos reciclables.
24	Todos	Todos	Almacenamiento y manipulación de productos tóxicos o peligrosos.	Control	Productos que contienen químicos de varios tipos.	Emergencia	Vertimientos.	Residuos tóxicos.

Continuación de la tabla XIII.

Descripción de la actividad						Aspecto Ambiental		
Item	Procedimiento	Proceso	Actividad	Control o influencia	Entradas que usa	Condición de operación	Entradas que usa	Entradas que usa
31	Manejo y control de bienes	Administración de bienes	Actividades para el control de plagas y vectores que incluyen fumigación y manejo de trampas.	Control	Plaguicidas, trampas y cebos.	Emergencia	Potenciales fugas y derrames a cuerpos de agua.	Vertimiento de plaguicidas, cebos y residuos de trampas.
39	Mantenimiento preventivo y correctivo de bienes	Administración de bienes	Cambios de baterías de equipos montacargas eléctricos.	Control	Baterías de equipos montacargas.	Normal	Generación de residuos peligrosos especiales.	Residuos especiales, Baterías.
43	Mantenimiento preventivo y correctivo de bienes	Administración de bienes	Tareas de mantenimiento en instalaciones físicas.	Control	Pintura.	Normal	Generación de residuos peligrosos especiales.	Residuos de pintura.
44	Mantenimiento preventivo y correctivo de bienes	Administración de bienes	Tareas de mantenimiento en instalaciones físicas.	Control	Pintura.	Normal	Generación de residuos peligrosos especiales.	Residuos de pintura.
45	Mantenimiento preventivo y correctivo de bienes	Administración de bienes	Tareas de mantenimiento en instalaciones físicas.	Control	Pintura.	Emergencia	Potenciales fugas y derrames al suelo.	Residuos de pintura.
46	Mantenimiento preventivo y correctivo de bienes	Administración de bienes	Almacenamiento y manipulación de productos tóxicos o peligrosos.	Control	Productos que contienen químicos varios tipos.	Emergencia	Potenciales fugas y derrames a cuerpos de agua.	Residuos de pintura en agua.

Fuente: elaboración propia.

### **3.4.1. Materiales de entrada y salida durante el proceso productivo**

Para rellenar botellas de vidrio, deben pre-lavarse para garantizar la esterilización. La esterilización de los biberones se realiza mediante una lavadora industrial que consta de varias etapas de remojo en una solución de sosa cáustica y a diferentes temperaturas en cada etapa.

### **3.4.2. Consumo energético**

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, visto que estos ofrecen distintas posibilidades de ahorros en lo que respecta energía.

### **3.4.3. Desechos sólidos**

La generación de desechos sólidos se basa en la caracterización de cada uno de ellos, separando por la fuente, en cartón, plásticos, papel, otro material utilizado, estos son colocados en recipientes individuales identificados para prevenir la contaminación cruzada y cualquiera persona pueda colocar un desecho en un lugar equivocado.

### **3.5. Análisis de riesgos ambientales**

Se hace una descripción de los riesgos ambientales que se puede generar en el proceso de producción y llenado de bebidas carbonatadas.

#### **3.5.1. Evaluación del riesgo**

La contaminación es una modificación desfavorable de las propiedades físicas, químicas o biológicas del aire, el agua o el suelo, que podría poner en peligro la vida humana, las especies objetivo, los procesos industriales, las condiciones de las viviendas o el desperdicio de los recursos utilizados como materias primas.

Por su consistencia, los contaminantes se clasifican en sólidos, líquidos y gases. Las cosas creadas por procesos naturales se desecharán, en vista de que, por definición, no son contaminantes.

#### **3.5.2. Manejo del riesgo**

El control de la contaminación incluye la instalación de sistemas de tratamiento basados en tecnología tradicional o avanzada. Los métodos tecnológicos modernos requieren poco espacio, pero son costosos tanto de adquirir como de operar. Por otro lado, las tecnologías tradicionales tienen un bajo costo, pero requieren un gran espacio para desarrollar sus operaciones.

### **3.5.3. Comunicación del riesgo**

La comunicación del riesgo en una contaminación se debe enfocar en la prevención y la exposición de sus consecuencias para la planta de producción, operarios y público en general.

### **3.5.4. Riesgo para la explotación**

Los riesgos de incendio existen en el lugar de trabajo con un potencial inherente de causar pérdidas humanas y económicas significativas. También representan un riesgo para la población en general. No siempre se toman las medidas necesarias para prevenirlo o protegerlo.

Cuando menciona los arreglos que deben hacerse durante la fase de ejecución de cualquier edificio comercial y proyecto de construcción, solo se refiere a la necesidad de actuar primero.

Las medidas adecuadas para evitar el riesgo de incendio o explosión pueden variar según las circunstancias en las que surja el riesgo, pero el incendio como fenómeno, su curso y las medidas de seguridad permiten su manejo general.

La prevención de incendios, conociendo los principios básicos de detección y extinción, asimismo la evacuación de edificios, es una tarea social de primer orden porque la seguridad es consecuencia de la actitud global de los individuos creando comunidades. Aquí también es necesaria la intervención de agentes preventivos.



### **3.5.5. Riesgo para la salud**

Se denomina riesgo para la salud cuando se produce un daño a la vida del ser humano, y se ve afectada su integridad física, emocional, salud propia en la que genera una enfermedad ocupacional, común, y hasta la muerte.

### **3.5.6. Riesgos para otros ambientes**

Se le llama riesgo ambiental a la posibilidad de que un daño o catástrofe en el medio ambiente se lleguen a materializar, debido a un cualquier fenómeno natural o algo causado por el hombre. El riesgo ambiental es un campo particular dentro del más amplio de los riesgos, pero al igual que cualquier tipo de riesgo, estos pueden ser evaluados y prevenidos.

### **3.5.7. Riesgos para los ecosistemas**

El riesgo para los ecosistemas representa una alteración de su balance de vida, y se ve afectado su entorno, se destruye la armonía que existe entre las especies, se degenera la cantidad de oxígeno que se produce, daña el desarrollo de las especies.

### **3.5.8. Categorización de los riesgos ambientales**

Se presenta una caracterización de los riesgos ambientales que se pueden generar a tener una contaminación industrial.

### **3.5.8.1. Consumo energético**

La caracterización del consumo energético se basa en la utilización de combustibles fósiles, el daño que pueden provocar al medio ambiente y también el uso de energías renovables para disminuir la contaminación industrial.

### **3.5.8.2. Aguas residuales**

El tratamiento de aguas residuales se basa en la separación de desechos industriales, a través del tratamiento del agua por plantas de tratamiento, en las que se reutiliza el agua para la planta de producción, y se descarga a las fuentes de agua limpia.

Es realmente importante saber cuál es la calidad del agua que se extrae de los pozos, sabiendo que de esta forma se podrá definir si con el tratamiento actual es suficiente para eliminar la dureza del agua.

La organización cuenta con un tratamiento de agua a base de membranas, que se conoce como osmosis inversa, la cual se extrae de los pozos hacia una cisterna, y ya en la cisterna se aplica una dosis de cloro, para posteriormente ir por los suavizadores, los cuales ablandan el agua. Ahora se separan dos recorridos, el agua que va a ser embotellada o agua tratada y el agua que va a servir para equipos auxiliares, por ejemplo, calderas, condensadores evaporativos, banco de hielo, lavadoras, pasteurizador-warmer, entre otros), en este caso en particular es para las calderas.

Figura 18. **Suavizadores de agua dura**



Fuente: Diseños y Construcciones Industriales. *Suavizadores y ablandadores de agua*.  
<https://www.disin.com/suavizadores-o-ablandadores-de-agua-para-control-de-dureza/>. Consulta:  
noviembre de 2016.

Para el cálculo de vapor de las lavadoras se utilizarán tablas de consumo del fabricante:

Tabla XIV. **Consumo de vapor de lavadora línea 6**

VAPOR CONSUMIDO	
Arranque	4 500 kg
	9 921 lb
En operación	466 kg/hora
	1 027 lb/hora

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **Consumo de vapor de lavadora línea 7**

VAPOR CONSUMIDO	
Arranque	6 700 kg
	14 771 lb
En operación	1 070 kg/hora
	2 359 lb/hora

Fuente: elaboración propia.

#### **3.5.8.2.1. Planta de tratamiento de aguas residuales**

Se le llama estación de tratamiento de agua potable, también abreviado como ETAP, o estación potabilizadora de agua o EPA, a todas las estructuras en las que se trata el agua de manera que se vuelva apta para el consumo humano.

#### **3.5.8.3. Residuos sólidos**

Los desechos sólidos son materiales que se descartan después de su vida útil y, a menudo, no tienen valor económico por sí mismos. Se trata principalmente de materiales de desecho utilizados en la producción, procesamiento o uso de consumibles.

#### **3.5.8.4. Emisiones durante el proceso productivo**

Durante el proceso productivo se presentan residuos en el área de Lavado, estos contienen mezcla de soda cáustica en el agua, en el área de Producción se presenta residuos de jarabe de azúcar.

#### **3.5.8.5. Reducción de los riesgos ambientales**

La reducción de los riesgos ambientales se dará si se implementan un programa de producción más limpia.

### **3.6. Eco-indicadores**

Los índices ecológicos son números que representan el impacto ambiental total de un proceso o producto. Con los Eco Indicadores estándar, cualquier diseñador o gerente de producto puede analizar la carga ambiental de ciertos productos durante su ciclo de vida.

Todos los productos dañan el medio ambiente de una forma u otra. Hay que extraer las materias primas, fabricar, distribuir, envasar y finalmente eliminar el producto. Cuando se utilizan productos, a menudo también hay un impacto ambiental, porque la energía o las materias primas a menudo se consumen en esta etapa del ciclo de vida.

Si se quiere evaluar el daño ambiental de un producto, se debe estudiar todas las etapas de su ciclo de vida. El análisis ambiental de todas las etapas del ciclo de vida se conoce como Análisis del Ciclo de Vida (LCA o Life Cycle Assessment).

### **3.7. Capacitaciones**

La educación y la formación forman parte del eje estructural de la fase de implementación, cuya continuidad depende del fortalecimiento de la gestión integral de residuos dentro de la organización y del cumplimiento de los compromisos y responsabilidades establecidos en la fase de implementación

asignada a cada integrante. Estas capacitaciones deben estar completamente documentadas y disponibles para verificación por parte de las agencias ambientales del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Tabla XVI. **Cronograma del plan de formación y capacitación**

Tema	Metodología	Mes		
		Octubre	Noviembre	Diciembre
Conocimiento del organigrama y responsabilidades designadas	Taller dirigido a todo el personal	X		
		X		
Prevención en la generación de residuos y reducción en el origen	Taller dirigido a todo el personal	X		
Separación de residuos sólidos en la fuente	Sensibilización a todos los trabajadores		X	
	Actividad lúdica dirigida al personal		X	X
Beneficios ambientales por el Adecuado manejo de residuos sólidos.	Colocar frases alusivas al tema en las carteleras y difusión por medio de correos electrónicos	X		
Riesgos ambientales por el inadecuado manejo de los residuos sólidos	Taller dirigido a todo el personal, avisos en carteleras		X	
Almacenamiento de residuos sólidos	Taller dirigido a todo el personal, avisos en lugares de almacenamiento		X	X
Simulacros de aplicación del plan de contingencia	Simulacros		X	X
Manejo de residuos o desechos peligrosos	Taller dirigido a todo el personal			X
	Envío de correos electrónicos			X

Fuente: elaboración propia.

### 3.7.1. Personal interno

El personal del proceso de producción es directamente todo el personal del departamento de Producción, mantenimiento de la planta de llenado y lavado.

### 3.7.2. Personal externo

El personal externo está relacionado con los demás departamentos de la empresa de forma indirecta, y tiene relación con el proceso productivo.

## 3.8. Presupuesto del departamento de Medio Ambiente

El departamento de Medio Ambiente se encarga de la planificación, ejecución, supervisión de las operaciones relacionadas en resguardar las medidas necesarias para garantizar que no se genere contaminación, se haga un buen uso de los recursos, como energía, agua, para que el sistema de producción.

Tabla XVII. **Presupuesto del departamento de Medio Ambiente**

Descripción	Monto mensual
Personal operativo y técnico	Q 18 000,00
Equipos y herramienta	Q 10 000,00
Equipo de computo	Q 5 000,00
Análisis de laboratorio	Q 4 000,00
Total	Q 37 000,00

Fuente: elaboración propia.

### **3.8.1. Operación**

Para el área de Operación en la que se involucran las actividades de reciclado, lavado de envases, llenado, planta de producción, la empresa cuenta con un presupuesto anual que es ejecutado trimestralmente según el funcionamiento que va teniendo la producción de bebidas carbonatadas.

### **3.8.2. Innovación**

Para el área de Innovación la empresa cuenta con un presupuesto de investigación y desarrollo, este se enfoca en buscar nuevas herramientas de ingeniería para la producción más limpia de sus productos comerciales.

## **3.9. Metodología de la aplicación integral**

Para la aplicación de la producción más limpia en un proceso productivo metodología de estudio, análisis y desarrollo para la implementación de la mejora a realizar según sea el área evaluada.

### **3.9.1. Seleccionar alternativas a ser evaluadas**

La selección de una alternativa para mejorar la producción más limpia en el proceso de envasado de bebidas carbonatadas en envases de vidrio se basa en tener una mejora en la línea de sanitización debido a que es en esa área donde se utiliza la mayor cantidad de agua y detergentes industriales para el proceso de lavado y selección de envases que son trasladados al área de Llenado.



### **3.9.2. Valorar alternativas**

La valoración de alternativas para una mejora se basa en tener un análisis de la situación financiera del proyecto su viabilidad para ser realizada y los beneficios que esta conlleva al ser implementada.

#### **3.9.2.1. Tipos de evaluación**

Para realizar una evaluación se hace una valoración técnica en la cual se describe las especificaciones técnicas de un producto, proceso, incorporando las herramientas necesarias de ingeniería para mejorar el problema identificado.

#### **3.9.2.2. Evaluación técnica**

La evaluación técnica con lleva todos los parámetros de los equipos, maquinaria a utilizar para mejorar un proceso, en este caso en estudio, se planteada la mejora en el proceso de selección y lavado de envases debido que es el primer filtro para descartar envases que estén dañados y representan un peligro para el consumidor.

- Optimización del agua en operaciones de sanitizado: en esta operación se consume tanto agua como vapor. Por se debe tener 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.
  
- Verificar que el estanque fermentador a lavar no tenga restos de productos.
  
- Revisar que el conjunto de válvulas esté cerrado correctamente para todos los estanques.
  
- Revisar 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.

### **3.9.2.3. Evaluación económica**

La evaluación económica está conformada por el valor monetario necesarios para la implementación de la mejora a través de un análisis financiero se determina si la inversión a realizar dará resultados positivos, dado que

conforme el tiempo va avanzando los resultados deben ir reflejándose y el flujo de caja de las operaciones debe mejorar circunstancialmente.

El combustible utilizado por la caldera ingresa como un 100 % de energía, más la aprovechada sería únicamente el 80 % para generar vapor, debido que un 15 % de la energía escapara en los gases de combustión y un 5 % entre purgas y pérdidas por radiación y convección.

Entonces se tiene como eficiencia de caldera:

Eficiencia caldera = ¿?

Eficiencia de combustión = 86,30 %

Porcentaje de pérdidas por purgas = 2,5 % (Teórico cuando se purga manual)

Pérdidas por radiación y convección = 2,5 % (Teórico). A esperar el próximo manteamiento preventivo.

Eficiencia de caldera =  $88,70 \% - (0,07 \% + 2,5 \%) = 86,13$

Mejorando de un 81-3 % a un 86.13 % en la eficiencia de caldera (400 Bhp), se tiene que:

Donde:

A = Ahorro por mejora de eficiencia.

C = Consumo de combustible promedio en millones de joules/hora.

Cc= Costo del Combustible por millón de joules

Ea = Eficiencia Final

Ei = Eficiencia Inicial

Ha = Horas de operación diarias

Tabla XVIII. **Tabla de conversiones termodinámicas**

CONVERSIONES			
1	Galón bunker	= 150 000	BTU
1	BTU	= 254	kcalorias
1	kJoule	= 0,2389	kcalorias
1	kJoule	= 1 000	joules

Fuente: elaboración propia.

Se calcula el consumo de combustible promedio en millón de joules/hora, con un consumo promedio de planta de 45 galones de búnker por hora:

$$C=(45 \text{ gal/h})(150\,000 \text{ btu/1gal})(254 \text{ kcal/1 btu})(1 \text{ kj/0,2389 kcal})(1\,000 \text{ joule/1kj})$$

$$C=7,1766\text{E}+12 \text{ joules/hora.}$$

Se calcula el costo de combustible promedio en millón de joules si el costo del combustible es de Q. 16,07, entonces:

$$C_c=(Q16,07/\text{gal})(1\text{gal}/150\,000 \text{ btu})(1\text{btu}/254 \text{ kcal})(0,2389\text{kcal}/1\text{kj})(1\text{kj}/1000\text{joule})$$

$$C_c=1,01\text{E}-10 \text{ joules}$$

Entonces:

$$A = 7,1766\text{E}+12 \text{ joules/hora} * ((86,13 \% - 81,3 \%)/86,13 \%) * 1,01\text{E}-10\text{j} * 6\,240/\text{año}$$

$$A = Q\,253\,049,61 / \text{año}$$

En conclusión, con la mejora de la caldera se ahorrarán Q. 253 049,61 anualmente, manteniendo los parámetros de combustión de forma óptima.

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

### **4.1. Resultados de la revisión ambiental**

Se efectuó una reunión con el departamento de Producción para determinar los puntos importantes sobre la producción más limpia en el proceso de envasado de botellas de vidrio. Durante el diagnóstico ambiental inicial se realizó una identificación de las principales causas de las emisiones utilizando herramientas como lluvia de ideas, diagrama causa-efecto y Pareto.

#### **4.1.1. Fase I resultado de la reunión inicial**

Después de haber realizado los diagramas de causa-efecto y Pareto se pudo concluir que las causas de emisiones de mayor relevancia, según el personal que participó en la reunión, son las botellas de vidrio y la basura en general, la recomendación primordial es que los desechos sólidos deberán ser tratados con prioridad sobre las demás causas. También se identificaron en las que el personal considera se generan mayor volumen de emisiones.

El envase de vidrio se identificó como el desecho sólido más crítico, porque es un recipiente que se utiliza para el almacenaje, conservación y transporte de toda clase de líquidos. Las bebidas carbonatadas son productos que requieren de diferentes especificaciones para el cumplimiento de las normas de calidad de los procesos. Entre las especificaciones se encuentra el tipo y la calidad del recipiente en el cual serán envasadas, así entonces, el recipiente de vidrio es utilizado por cumplir con dichas especificaciones.

#### **4.1.2. Fase II resultado de la entrevista**

Luego de identificadas las causas y prioridades a dar seguimiento para lograr la mitigación o control de las emisiones en la línea, se cuestionaron medidas de control para reducir y gestionar de mejor manera los residuos sólidos en la línea, siendo el área de Lavado y la botella de vidrio los factores que presentaban mayor riesgo ambiental, se generaron las siguientes preguntas:

- ¿Considera que el área de Lavado es el lugar con mayor generación de emisiones en la línea de llenado y envasado de botella de vidrio?
- ¿Considera que un prelavado ayudaría a disminuir el reproceso en la lavadora?
- ¿Sin tomar en cuenta el área de Lavado, cuál es el lugar de mayor generación de emisiones?
- ¿Considera que cambiar luminarias a es una medida factible para reducir el consumo energético en la línea?

En general, el personal del departamento de Producción indicó para todo el proceso de llenado y envasado en botellas de vidrio, desde el punto de vista de generación de emisiones.

El proceso de lavado de botellas sería el más crítico, en este se lleva a cabo una desinfección de las botellas por medio de una lavadora industrial, sin embargo, existen botellas que aún después de pasar por la lavadora, salen con algunos residuos como pajillas y otros residuos sólidos incrustados en las botellas, así entonces una inspección, retiro de desechos sólidos y cepillado a botellas que lo requieran, previo iniciar el proceso de lavado, beneficiaría el

manejo de desechos sólidos y reduciría la cantidad de reprocesos en el área de Lavado.

#### 4.1.3. Fase III desarrollo del informe

Se hace una descripción del proceso de llenado y envasado en botella de vidrio, con base en entrevistas realizada al personal del departamento de Producción, se presenta un extracto de todas las entrevistas e información contenida en procedimientos de la empresa.

Tabla XIX. Informe de análisis

Descripción del proceso envasado en vidrio de bebidas carbonatadas	<p>El envase de vidrio es un recipiente que se utiliza para el almacenaje, conservación y transporte de toda clase de líquidos. Las bebidas carbonatadas son productos los cuales requieren de diferentes especificaciones para el cumplimiento de las normas de calidad de los procesos. Entre las especificaciones se encuentra el tipo y la calidad del recipiente en el cual serán envasadas. El recipiente de vidrio es utilizado debido a los componentes del material y a las características físicas del mismo.</p> <p>El CO<sub>2</sub> juega un papel importante como insumo de la bebida carbonatada, puesto que se usa como preservante de la misma y le proporciona su sabor y textura característica a la bebida carbonatada. Por ello es importante que el envase que será utilizado en el proceso esté en condiciones de preservar la bebida y no dejar escapar el CO<sub>2</sub>. El envasado de bebidas carbonatadas es un proceso que requiere de distintos insumos y consta de diferentes operaciones.</p>
--	--

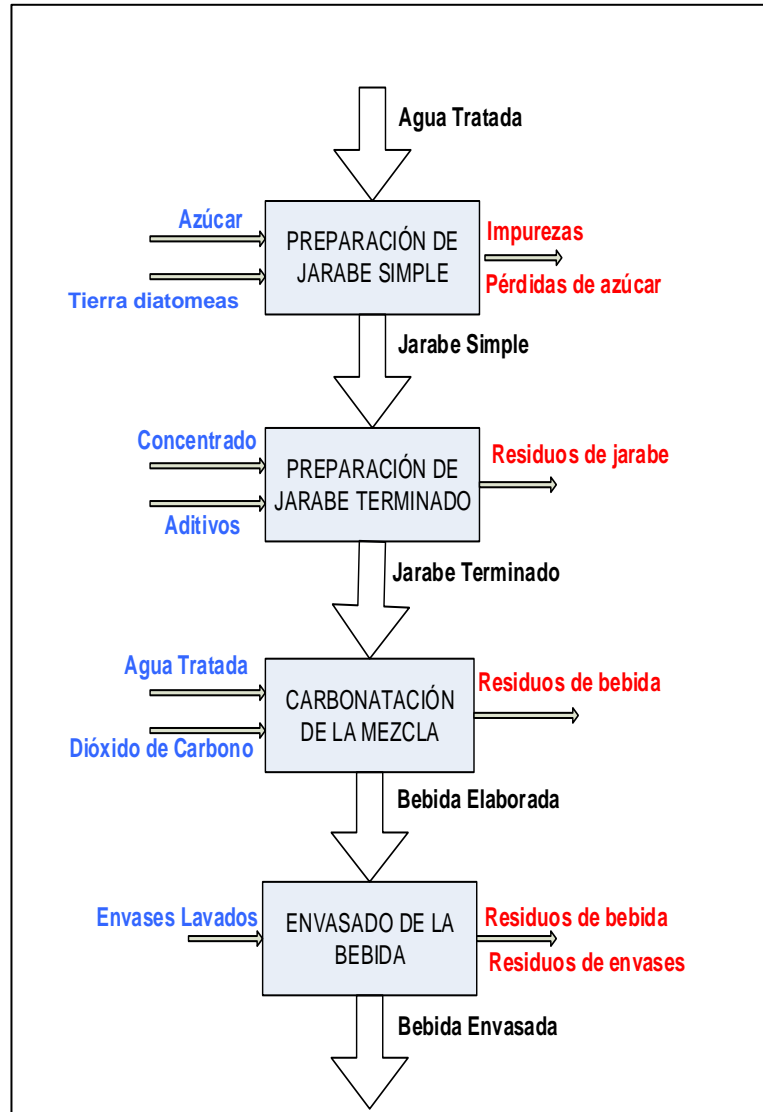
Continuación de la tabla XIX.

<p>Preparación de jarabe simple</p>	<p>Es básicamente mezclar y cocer agua tratada y azúcar durante un tiempo de 30 minutos. Cuando ya está preparado el jarabe simple se filtra utilizando tierra diatomea. Posteriormente, baja su temperatura usando un intercambiador de calor hasta los 20°C.</p>
<p>Preparación de jarabe terminado</p>	<p>Después de la filtración del jarabe simple, se añade agua tratada, acidulantes y preservantes acorde con los parámetros del sabor de la bebida que se hará. En este momento, se procede a la agitación de la mezcla para tener el jarabe terminado.</p>
<p>Carbonatación</p>	<p>La tarea de carbonatación de la bebida la realiza un equipo llamado Carbocooler, este proceso se lleva a cabo en la llenadora de bebidas. El Carbocooler dosifica agua tratada y jarabe terminado respetando la formulación de la bebida a fabricar, posteriormente pasa por a un proceso de enfriamiento e inyección de CO<sub>2</sub>. La bebida finalizada y lista para consumo pasa a la llenadora de botellas para ser envasada en las botellas de vidrio.</p>
<p>Envasado</p>	<p>Todo el proceso de envasado en botellas de vidrio requiere de distintas fases para lograr colocar las bebidas carbonatadas en recipientes de vidrio, todos ellos se efectúan en diferentes lugares de trabajo y requieren de diversas máquinas que son operadas por el personal operativo de turno.</p>

Fuente: elaboración propia.



Figura 19. **Insumos y residuos del envasado de vidrio**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Power Point 2013.

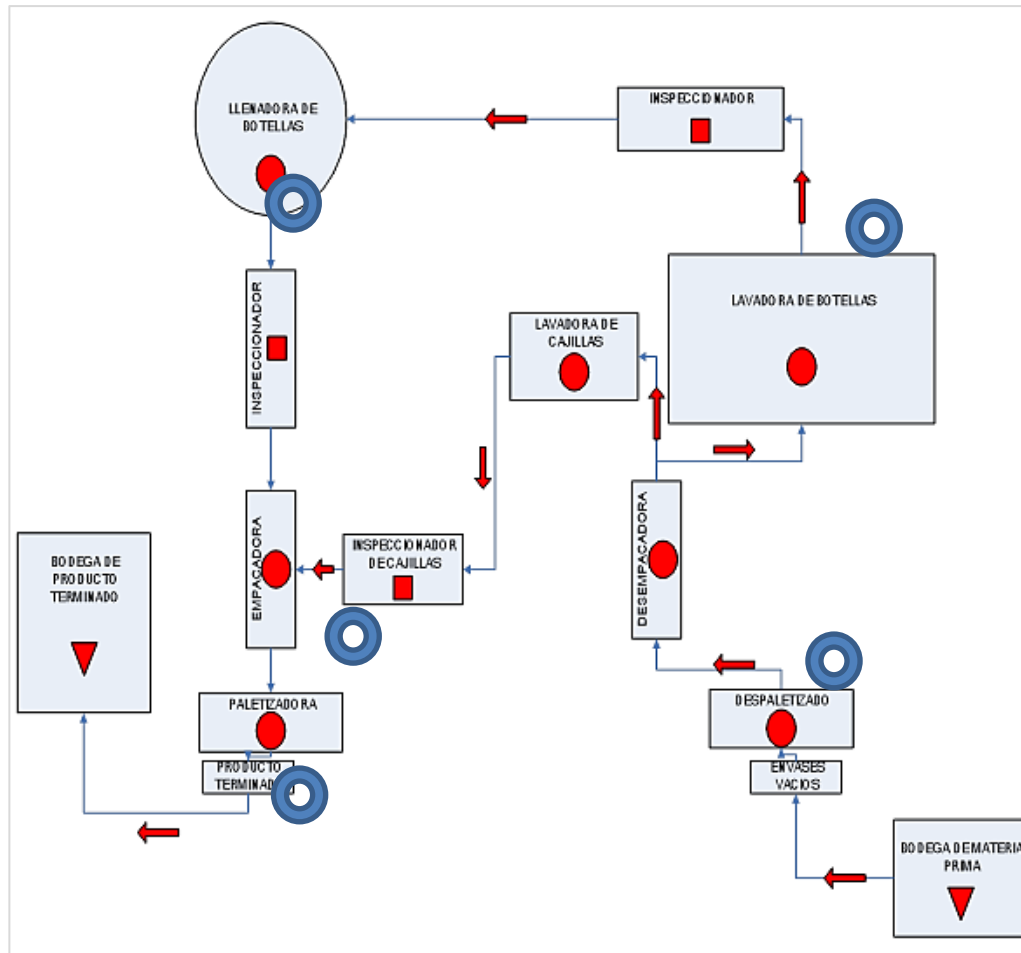
## **4.2. Elaboración de Eco-mapas**

Se presenta los eco-mapas de los diferentes recursos y residuos que se generan en el proceso de llenado y envasado en botella de vidrio.

### **4.2.1. Mapa de desechos en la planta de producción**

Se presenta señalado los lugares en los cuales se generan desechos sólidos en el proceso de producción.

Figura 20. Eco-mapa de generación de desechos



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Power Point 2013.

En los puntos marcados se generan desechos sólidos que luego son recolectados y clasificados por una empresa tercera que se encarga de la limpieza de la línea. La empresa tercera junta todos los residuos sólidos de la línea con los residuos de todas las demás áreas de la planta de producción y emite un dato de pesos por residuo generado, y no se cuenta con un dato exacto de las cantidades específicas generadas por la línea.





Se han marcado todas las ubicaciones de los equipos de la línea, con el motivo de mapear las ubicaciones con el mayor consumo energético, sin embargo, no deben descartarse las luminarias y equipos de soldadura o equipos auxiliares que se conecten durante mantenimientos y trabajos adicionales a la producción, que se realicen en la línea, debido a que el indicador mensual corresponde a todo el consumo que da el contador de línea. La recomendación obedece a realizar un cambio de luminarias de bajo consumo y realizar el monitoreo por medio de los consumos mensuales.

Se muestra un extracto del reporte de consumo energético de los últimos 7 meses (enero a julio 2018):

Tabla XX. **Consumo de energético enero a julio**

		Línea de Producción
INDICADOR CONSUMO ENERGETICO (KH)	ENERO	23 204
	FEBRERO	27 598
	MARZO	32 065
	ABRIL	28 717
	MAYO	33 635
	JUNIO	32 279
	JULIO	32 325
	ACUMULADO	209 822

Fuente: elaboración propia.

#### 4.3. Implementación de Eco-balance

Para el llenado de botellas de vidrio, éstas deben ser lavadas previamente con el fin de asegurar la desinfección de estas. 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 se inicia con la inmersión de las botellas en el tanque de preenjuague,

posteriormente, las botellas son expuestas a soluciones de soda cáustica con concentraciones y temperaturas variables, en este momento, las botellas son sumergidas en un tanque de enjuague final para luego pasar a la revisión de botellas.

Figura 23. **Lavado industrial de envases**



Fuente: Maper S.A. *Sistema del lavado de botellas.*

<https://www.catalogodeempaques.com/ficha-producto/Sistema-de-lavado-de-botellas+110082>.

Consulta: noviembre de 2016.

El proceso consiste en el transporte de los envases mediante 5 tanques de lavado con distintas concentraciones de soda cáustica. El primer tanque se encarga del preenjuague de cada envase eliminando residuos como pajillas y residuos de bebidas u otros líquidos. El segundo y tercer tanque tienen como trabajo la desinfección de la botella mediante el enjuague de los envases con solución de soda cáustica a altas concentraciones. El cuarto tanque funciona para darle al envase un mayor grado de limpieza e higiene a la botella. El quinto y último tanque funciona como un enjuagador que se encarga de eliminar todo residuo de aditivos y soda cáustica presente en el envase.

Este proceso se lleva a cabo mediante la sincronización de cadenas transportadoras y distintos mecanismos que transportan los canjilones por los 5 tanques mediante el baño de las botellas en una solución de agua con soda cáustica a concentraciones y temperaturas fijadas en cada tanque.

La lavadora de botellas necesita de distintos suministros que son considerados críticos, estos son:

- Presión de aire
- Vapor de agua
- Soda cáustica
- Agua suave
- Energía eléctrica

#### **4.4. Elaboración de matriz MED y análisis del ciclo de vida**

Se presenta la elaboración de matriz materia energía desecho MED para el ciclo de vida del envasado en vidrio.

##### **4.4.1. Material de entrada y salida durante el proceso productivo**

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

- Azúcar: Toma un papel importante en el embotellado de vidrio, es una de las materias primas más importantes en el proceso. El costo y su uso afectan en gran medida el costo de producción.



- Gas carbónico: De mucho valor para prolongar la vida útil de las bebidas, igualmente para crear la textura característica de las bebidas carbonatadas. Es esencial que la bebida esté a una temperatura específica, para que el gas pueda empaparse en la bebida.
- Concentrados y saborizantes: Estas materias primas le dan sabor a cada bebida producida en la fábrica, el costo de ellas es sumamente alto, por lo que es necesario monitorear y controlar el uso y consumo.

#### 4.4.2. Consumo energético de la planta de producción

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

La siguiente tabla muestra los consumos en toneladas de azúcar y dióxido de carbono.

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

Materia prima	Año		
	2016	2017	2018 (enero-junio)
Consumo de azúcar toneladas	4 109	4 578	2890
Consumo de CO2	398	405	278

Fuente: elaboración propia.

#### 4.4.3. Desechos sólidos en la planta de producción

El programa de reciclaje de vidrio tiene como objetivo principal tener una producción más limpia, y no está limitado únicamente al reciclado de vidrio, también contempla otros desechos que se generan en la organización derivado de sus operaciones, dado que el papel y cartón son materiales reciclables y reutilizables, estos forman parte del programa de reciclaje.

Tabla XXII. **Matriz MED**

Proceso	Materiales	Energía	Desecho
Materia prima	Azúcar, jarabe CO2	Humana Eléctrica Mecánica	Jarabe
Lavado	Soda caustica	Humana Eléctrica Mecánica	Detergente industrial
Distribución	Cajas plásticas, plástico	Humana Eléctrica Mecánica	Plástico

Fuente: elaboración propia.

#### 4.5. Resultados de los riesgos ambientales

Se presentan los resultados de las evaluaciones para cada área del proceso productivo.

#### **4.5.1. Evaluación del riesgo en el proceso de producción de bebidas**

El riesgo de la exposición de uso de soda caustica para el lavado de botellas de vidrio, es que se genere una fuga en las tuberías y se mezcle con el agua limpia y esta sea distribuida tanto a las máquinas como a las tuberías que llevan agua potable para el consumo de los empleados de la empresa o pueda irse a los colectores de agua municipal que ponen en riesgo a los habitantes.

#### **4.5.2. Manejo del riesgo en la producción de bebidas**

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.

#### **4.5.3. Comunicación del riesgo**

Se debe tener una programación de talleres para el personal de toda la planta, sobre el riesgo que con lleva la generación de contaminación por residuos sólidos, líquidos, y dar a conocer los planes de prevención en las fuentes de contaminación.

#### **4.5.4. Riesgo para la explotación en el proceso de producción**

El riesgo de explotación se dará en caso de que no se maneje de forma responsable.

#### **4.5.5. Riesgo para la salud**

El riesgo de contaminación con soda caustica y otros químicos, provoca la muerte de cualquier persona que este expuesta agentes químicos.

#### **4.5.6. Riesgos para otros ambientes**

El riesgo para otros ambientes de la planta de producción es la contaminación de agua potable, en el caso de las colonias alrededor de la planta, es riesgo es el mismo, una contaminación por agentes químicos puede provocar enfermedades que pueden llevar hasta la muerte.

#### **4.5.7. Riesgos para los ecosistemas**

El riesgo de los ecosistemas es su alteración biológica la cual es perjudicial para el ambiente dado se puede modificar la calidad del aire, calidad del agua, manejo de la tierra.

#### **4.5.8. Valorización de los riesgos ambientales**

Se hace una valoración de los riesgos ambientales que se pueden dar al no tener un control del proceso de envasado de bebidas en botellas de vidrio.

##### **4.5.8.1. Consumo energético en la elaboración de bebidas**

Como se indicó en el proceso se utiliza azúcar y CO<sub>2</sub>, el alto concentrado de CO<sub>2</sub> en el ambiente.

##### **4.5.8.2. Aguas residuales en la producción de bebidas**

En el proceso de embotellado en vidrio existen varios causas, 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, considerando 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 elimina bacterias y virus que contengan las botellas.

#### **4.5.8.3. Planta de tratamiento de aguas residuales**

El uso de plantas de tratamiento de agua es fundamental para las plantas de producción de bebidas, dado que permiten reutilizar el agua empleada en las áreas de Lavado y Producción, esto reduce el consumo de energía, consumo de agua del sistema municipal y también tienen la responsabilidad social de devolver a la red de agua, agua limpia, sin contaminantes industriales.

#### **4.5.8.4. Residuos sólidos**

Los residuos sólidos que se generan son el uso de plástico para la termo enfardadora, cajas para el llenado de embaces y los residuos generados en las áreas administrativas.

#### **4.5.8.5. Emisiones durante el proceso productivo de elaboración de bebidas**

Durante el proceso productivo se generan emisiones de gases de CO<sub>2</sub> este se puede capturar y reutilizar en los procesos.

#### **4.5.8.6. Reducción de los riesgos ambientales en la producción de bebidas**

La reducción de los riesgos ambientales se basa en tener un plan de producción más limpia en los procesos industriales, selecciona de forma correcta

los proveedores de materia prima, tener un plan de tratamiento y disposición final de residuos líquidos y sólidos.

#### **4.6. Elaboración Eco-indicadores**

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.

Para determinar el consumo de materiales entre los que 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= $\text{Kg utilizados en el mes} / \text{Kg teóricos durante el mes}$ .

- 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. El consumo energético es variable, es decir, depende de la cantidad de producción, por lo que se recomienda manejar indicadores que tengan como base la producción de la línea.
- $\text{Consumo energético} = \text{KW de energía consumidos} / \text{Cajas producidas}$ .
- 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.
- $\text{Consumo de vapor} = \text{Lbs de Vapor} / \text{Cajas producidas}$ .

#### **4.7. Planificación de capacitaciones**

Las capacitaciones se realizarán inicialmente con el personal del departamento de Producción, Ambiental y Recursos Humanos, considerando que todo el personal en ellos serán clave para dar empuje a la implementación de herramientas de producción más limpia, que contribuirán a las mejores prácticas ambientales.

Seguido de estos departamentos se trabajará con el área Financiera y demás equipos administrativos.



#### 4.7.1. Recurso humano

Se presenta el plan de capacitación para el proceso de producción más limpia.

Tabla XXIII. **Plan de capacitación**

Se realizó un plan de capacitación comprendido en 5 módulos para fortalecer los conocimientos de las herramientas de producción más limpia.

Objetivo	El Curso tiene como objetivo estratégico promover la producción sustentable, a través del fortalecimiento de la implementación de la producción más limpia
Modulo I Marco conceptual	Génesis y evolución del concepto de P+L. Integración del medio ambiente al desarrollo. Principios del Desarrollo Sustentable. Patrones de Producción y Consumo. Marco internacional. La P+L en la aplicación de los Acuerdos Multilaterales Ambientales. Regulación en la UE. Economía Ecológica, Economía Verde y Transición Justa como un nuevo enfoque a implementar para el Desarrollo Sustentable.

Continuación de la tabla XXIII.

<p>Módulo II Eficiencia en el uso de recursos y energía</p>	<p>Marco teórico. Definiciones y enfoques. Impactos ambientales del desarrollo. La sostenibilidad como proceso: dimensiones ambientales, económicas y sociales. Implicancias para la inserción internacional de América Latina</p>
<p>Módulo III Competitividad y medio ambiente</p>	<p>Introducción al Sistema de Producción de Toyota-TPS y su relación con la mejora productiva y ambiental. Visión desde la perspectiva empresarial y de los trabajadores. Herramientas de la Calidad: diagrama de Pareto, causa-efecto, histograma, gráficos de control, entre otras. Comunicación de los logros. Las innovaciones tecnológicas como impulsor de nuevos patrones culturales hacia el Desarrollo Sustentable</p>
<p>Módulo IV Responsabilidad social</p>	<p>Definición, ejemplos de aplicación, normas internacionales. Implementación a nivel regional. Visión desde las perspectivas gubernamentales, empresariales y de la sociedad civil. Green-washing versus transformación genuina de la cultura productiva y de consumo.</p>

Fuente: elaboración propia.

#### **4.7.2. Sensibilización**

Se realizarán talleres de sensibilización para dar a conocer el plan de capacitación y la metodología a usar. Otra información relevante serán los horarios y fechas.

#### **4.8. Selección de la metodología para la aplicación integral**

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, estas pueden ser utilizadas en otros procesos productivos, como limpieza de máquinas o lugares de trabajo.

##### **4.8.1. Seleccionar alternativas a ser evaluadas**

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.

## **4.8.2. Valorar alternativas**

Esta consiste en hacer una descripción de las alternativas a valorar.

### **4.8.2.1. Evaluación técnica**

El vidrio de botellas es un producto 100 % reciclable que no sufre de un deterioro de su calidad por el proceso de reciclaje, y 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; conjuntamente con 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.

### **4.8.2.2. Evaluación económica**

Se realizó una entrevista con el gerente general de la empresa para determinar el monto de la inversión inicial, determino que el monto inicial es de Q. 75 000,00, para 5 años, y se realiza los siguientes cálculos:

Se realizó el análisis para determinar la factibilidad de la propuesta.

Ingresos: los ingresos esperados se toman del pronóstico de ingresos anuales y se determina por: Q. 300 000, dato proporcionado por la empresa.

Costos

Inversión Inicial = Q 75 000

Costos anuales= Q 145 000

Tasa al 8 %

Para la generación del VPN (Valor presente neto), se debe de considerar

lo siguiente:

- Tasa de Descuento: Es un valor que indica la proyección de la tasa de inflación del año 1 al 5, tomando como base el TREMA, el comportamiento de las principales variables de la política del Banco de Guatemala.
- Factor de Descuento: Donde  $\frac{1}{(1+n)^t}$  n es el flujo de efectivo.

Tabla XXIV. **Cálculo del valor presente neto**

	Inversión Inicial	1 2015	2 2016	3 2017	4 2018	5 2019	Tasa de Descuento
Flujo de Efectivo		155 000	155 000	155 000	155 000	155 000	8 %
Factor de Descuento		93 %	86 %	79 %	74 %	68 %	
Valor Presente	-75 000	143 519	132 888	123 044	113 930	105 490	
VPN	543 870,056						

Fuente: elaboración propia.

La tasa interna de retorno se calculó de la siguiente manera:

$$TIR = \left[ \frac{(tasa 1 - tasa 2) - (0 - VPN(-))}{(VPN +) - (VPN (-))} \right] + tasa 2$$
$$TIR = \left[ \frac{(10 - 20) - (0 - 388541,24)}{(512558,5) - (388541,24)} \right] + 20$$
$$= 23,7\%$$

- Beneficio costo

Para determinar la relación beneficio costo de la propuesta en base a los datos de la inversión inicial se procede a calcular el valor presente neto cada los ingresos, como los costos.

$\Sigma$  Valor presente 618 870.06

Costos: 145 000 + 75 000

Relación beneficio costo= 618 870,06/ 475 577= 1,30 el beneficio es alto, dado que sus ingresos son más altos que sus costos, por ese motivo el proyecto es factible.

#### **4.8.2.3. Selección de alternativas ambientales factibles**

La selección de alternativas es el uso del reciclaje de vidrio, el control de soda caustica en el área de Lavado y sobre todo el ahorro energético a través de uso de lámparas led en el área de Producción.

## 5. MEDIO AMBIENTE

### 5.1. Legislación nacional aplicable

Se hace una presentación de la legislación aplicable en producción más limpia en Guatemala para entidades estatales y privadas.

Base legal ambiental en Guatemala según el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN):

- Artículo 64 y 97 de la Constitución Política de la República de Guatemala.
- Decreto 68-86 del Congreso de la República “Ley de Protección y Mejoramiento del Medio ambiente”, del 5 de diciembre de 1986.
- Decreto 90-2000 del Congreso de la República de Guatemala, “Ley de Creación del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales”, del 11 de diciembre de 2000.
- Decreto 91-2000 del Congreso de la República de Guatemala, “Reformas a la Ley de Creación del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales”, publicado el 20 de diciembre de 2000.
- Decreto No. 114-97 del Congreso de la República: "Ley del Organismo Ejecutivo", publicado el 12 de diciembre de 1997; modificado por Decreto No. 63-98, publicado el 4 de noviembre de 1998; reformado por Decretos Nos. 22-99, publicado el 28 de mayo de 1999, y 90-2000, publicado el 11 de diciembre de 2000.
- Acuerdo Gubernativo No. 186-2001: “Reglamento Orgánico Interno del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales”, publicado el 31 de mayo de 2001; modificado por Acuerdo Gubernativo No. 284-2001, publicado el 13 de julio de 2001.
- Decreto No. 42-2001 del Congreso de la República: “Ley de Desarrollo Social”, publicado el 19 de octubre de 2001.
- Acuerdo Ministerial No. 113-2002: “Crease la Unidad de Género, Mujer y Juventud”, publicado el 7 de octubre de 2002.
- Acuerdo Ministerial No. 124-2002: “Crease la Unidad de Políticas Mayas de Ambiente y Recursos Naturales”, publicado el 7 de octubre de 2002.
- Acuerdo Ministerial No. 147: “Crease el Consejo Consultivo de Ambiente y Recursos Naturales”, publicado el 22 de noviembre de 2002.
- Acuerdo Gubernativo No. 23-2003: “Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental”, fechado el 27 de enero de 2003; reformado por Acuerdos Gubernativos Nos. 240-2003, publicado el 25 de abril de 2003; 424-2003, publicado el 1 de agosto de 2003; y 704-2003, publicado el 11 de noviembre de 2003.
- Acuerdo Ministerial No. 52-2003: “Reglamento del Consejo Consultivo de Ambiente y Recursos Naturales”, publicado el 4 de abril de 2003.

- Acuerdo Ministerial No. 106-2003: “Crease la Unidad Nacional de Coordinación y Sinergias para la Estrategia de Corredor Biológico Mesoamericano en Guatemala”, publicado el 4 de septiembre de 2003.
- Acuerdo Ministerial No. 134-2003: “Crease el Programa Nacional de Cambio Climático”, publicado el 12 de diciembre de 2003.
- Acuerdo Gubernativo No. 791-2003: “Normativa sobre la Política Marco de Gestión Ambiental”, publicado el 10 de diciembre de 2003.
- Acuerdo Ministerial No. 05-2004: “Crease la Unidad de Capacitación del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, que funcionará bajo la Dirección General de Formación, Organización y Participación Social”, publicado el 19 de enero de 2004.
- Acuerdo Ministerial No. 239-2005 “Se crean las unidades de Recursos Hídricos y Cuencas, Calidad Ambiental y Protocolo”, de fecha 19 de mayo de 2005.
- Acuerdo Ministerial No. 477-2005, “Se crea la Oficina Nacional del Desarrollo Limpio”, publicado el 19 de septiembre de 2005.
- Acuerdo Ministerial No. 218-2006, “Se crea la Unidad Técnica Especializada en Ozono”, de fecha 27 de abril de 2006.
- Acuerdo Ministerial No. 236-2006, “Reglamento de las Descargas y Reúso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos”, Publicado 11 mayo 2006.<sup>12</sup>

## 5.2. Producción más limpia en 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 año 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. Así mismo el marco legal ambiental de la República de Guatemala, está constituido por Leyes o Decretos Ambientales que rigen a las empresas a tener responsabilidad ambiental, a continuación, se describen algunas de las leyes:

---

<sup>12</sup> Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Base legal*. <https://www.marn.gob.gt/sobre-el-marn/base-legal-del-marn/>. Consulta: noviembre de 2016.



- Constitución Política de la República de Guatemala
- Ley de Protección y mejoramiento del Medio Ambiente
- Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental

### **5.2.1. Gubernamentales**

El ente encargado de velar por la protección del medio ambiente es el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

#### **5.2.1.1. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala**

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), es la entidad del sector público especializada en materia ambiental y de bienes y servicios naturales del sector público, al cual le corresponde proteger los sistemas naturales que desarrollen y dan sustento a la vida en todas sus manifestaciones y expresiones, fomentando una cultura de respeto y armonía con la naturaleza y protegiendo, preservando y utilizando racionalmente los recursos naturales con el fin de lograr un desarrollo transgeneracional, articulando el quehacer institucional, económico, social y ambiental, con el propósito de forjar una Guatemala competitiva, solidaria, equitativa, inclusiva y participativa.

### **5.2.2. No gubernamentales**

La entidad no gubernamental es el Centro Guatemalteco de Producción más Limpia.

### **5.2.2.1. Centro Guatemalteco de Producción más Limpia (CGP+L)**

La Fundación Centro Guatemalteco de Producción más Limpia –CGP+L– es una institución técnica, sin fines de lucro que fue establecida el 15 de julio de 1999 y constituida como una fundación el día 13 de agosto de 2007 a través del Acuerdo Ministerial No. 1345-2007. El CGP+L fue creado con el apoyo de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), la Secretaria de Asuntos Económicos de Suiza (SECO) y el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA); con el apoyo de instituciones nacionales como Cámara de Industria de Guatemala.

El objetivo del CGP+L es desarrollar y proveer las condiciones necesarias, fomentar la capacidad local en la aplicación de producción más limpia y temas relacionados, contribuyendo con la eficiencia, competitividad, compatibilidad ambiental y desarrollo social de las organizaciones privadas y públicas a nivel nacional.

Actualmente el CGP+L es la institución referencia en el tema de producción más limpia en Guatemala, teniendo una experiencia técnica importante en la mejora de la competitividad y desempeño ambiental del sector industrial y otros sectores como el público y la academia

### **5.3. Cumplimiento con la Norma ambiental ISO 14001:2004**

Las Normas Internacionales de Gestión Ambiental tienen como finalidad proporcionar a las organizaciones los elementos de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) eficaz que puedan ser integrados con otros requisitos de gestión como las prácticas de producción más limpia.

### **5.3.1. Proceso de certificación**

Las empresas interesadas en cumplir con esta norma se deben de apegar a las exigencias y requisitos que establece la misma para su certificación. Actualmente, la empresa no se encuentra certificada en esta norma, sin embargo, tiene un interés en contar con esta certificación en el corto plazo (2 años), por lo que se recomienda contratar a un auditor externo, certificado en ISO:14001:2004, para realizar una auditoría del SGA, previo a iniciar el proceso de certificación y con esto garantizar que se contará con un SGA robusto y se logrará la certificación ágilmente.

## **5.4. Controles ambientales**

Los controles ambientales se pueden dar de forma interna de la empresa y por parte externa por medio de medios oficiales encargados del monitoreo del medio ambiente con el MARN:

### **5.4.1. Internos**

El control interno se basa en observar y registrar la generación de todas las emisiones, para poder dar seguimiento a su disposición final, esta deberá ser realizada mediante una empresa autorizada por el MARN.

### **5.4.2. Externos**

El ministerio de ambiente cuenta con inspectores que realizan auditorías periódicamente a las empresas para monitorear el cumplimiento de la legislación ambiental. Uno de los monitoreos más importantes que realizan a lo interno de la empresa, son los que se realizan para determinar la calidad del agua que es

tratada y devuelta a la red, para esto hace un estudio físico químico del agua, esto con la finalidad de garantizar que el agua que se utiliza en el proceso es potable.

Los análisis físicos y químicos indican si el agua está contaminada y para lo cual se analizan parámetros como la alcalinidad, contenido de calcio, cloruros, el color que presenta la muestra de agua que se examinan, entre otros factores que se describen a continuación.

- Alcalinidad

La alcalinidad es la capacidad de neutralizar ácidos. Evitar que los niveles de pH del agua lleguen a ser demasiado básico. Es también añadir carbón al agua. La alcalinidad estabiliza el agua en los niveles del pH neutro

La alcalinidad total del agua es la suma de la alcalinidad del carbonato, del bicarbonato y del hidróxido. La determinación de la alcalinidad no tiene incidencia desde el punto de vista sanitario, pero es importante considerarla cuando se relaciona al proceso de coagulación y corrección del poder corrosivo del agua.

- Amoníaco

El amoníaco en el medio ambiente proviene de procesos metabólicos, agropecuarios, industriales y de la degradación natural de sustancias orgánicas como plantas y animales en proceso de descomposición.

El amoníaco puede disminuir la eficiencia de la desinfección, la formación de nitrito en sistemas de distribución y producir problemas organolépticos.

- Calcio

El calcio son los cationes más abundantes en el agua, la actividad química da a la formación de sales de carbonato y es un factor limitante en los procesos biológicos. La presencia de Calcio (Ca), en agua potable la dota de sabor que dependerá del anión mayoritario presente.

- Cloruros

La determinación de este análisis fisicoquímico es de suma importancia para determinar la calidad del agua de la fuente de abastecimiento, regularmente la contaminación se da por excretas humanas. El valor máximo aceptable para un análisis es de 350 mg/l.

- Color

El color en el agua es generalmente dado por hojas, semillas, sustancias orgánicas. El color verdadero del agua se debe a la presencia de material en solución, pero este color puede cambiar a un color aparente por el efecto de partículas que están en suspensión.

Las aguas que poseen mucho color se derivan de la descarga de residuos industriales y no se utilizan para alimentar calderas y para consumo humano provocan un daño al organismo por su contaminación.

- Conductividad eléctrica

Es la medida de la capacidad del agua para conducir la electricidad. Es indicativa de la presencia de iones. Proviene de una base, un ácido o una sal,

disociadas en iones. La conductividad y la dureza son dos parámetros cuyos valores están relacionados y reflejan el grado de mineralización (sales disueltas), de las aguas.

- Dureza

La dureza del agua está formada por la cantidad de iones de calcio y magnesio que se encuentran en ella. Las aguas poco productivas son aquellas que tienen menos de 10 mg.l-1 de calcio; aguas medianamente productivas las que tienen valores entre 10 y 25 mg.l-1 y las aguas muy productivas las que tienen valores superiores a los 25 mg.l-1.

- Fluoruros

Los fluoruros suelen presentarse en forma natural en el agua subterránea o superficial. El flúor en las aguas procede de los minerales fluorados. Los fluoruros tienen acción de prevención de las caries en concentraciones adecuadas. Cuando supera los 2 mg/l se fija en fosfatos y calcio, en dientes y huesos, originando fluorosis.

- Hierro

El hierro es un elemento esencial en la nutrición humana, las necesidades diarias mínimas de este elemento varían en función de la edad, el sexo, el estado físico y la biodisponibilidad del hierro.

El hierro está naturalmente en aguas dulces naturales en concentraciones de 0,5 a 50 mg/L. En concentraciones mayores que 0,3 mg/l causa manchas en la ropa o utensilios de porcelana, produce sabores metálicos.

- Magnesio

El magnesio se encuentra combinado como carbonato,  $MgCO_3$ , constituyendo el mineral llamado magnesita o giobertita. Se halla en las aguas en cantidades mucho menores que el calcio, pero su importancia biológica es grande, ya que es indispensable en el desarrollo de ciertos sistemas enzimáticos, actuando igualmente en la constitución de los huesos. Una persona adulta debe de tomar por término medio 200 a 300 mg por día. Si la cantidad de magnesio en el agua es muy grande, puede esta actuar como laxante e incluso adquirir un sabor amargo.

- Nitratos

Son sales químicas derivadas del nitrógeno que, en concentraciones bajas, se encuentra de forma natural en el agua y en el suelo

La existencia de éstos en aguas superficiales no contaminadas y sin aporte de aguas industriales y comunales, se debe a la descomposición de materia orgánica (tanto vegetal como animal) y al aporte de agua de lluvia (0,4 y 8 ppm).

- Nitritos

Son una etapa intermedia en el ciclo de nitrógeno. Pueden estar en el agua como resultado de la descomposición biológica de los materiales proteicos, cuando está correlacionada con otros tipos de nitrógeno puede indicar contaminación orgánica. Sanitariamente indica que existe la presencia de materia orgánica. El límite de concentración máxima permisible es de 0,01 mg/l.

- Olor

El olor son determinaciones organolépticas de determinación subjetiva. El olor que genera el agua se puede dar por la presencia por la presencia de compuestos químicos como fenoles, cloro o materias orgánicas en descomposición. Los olores desagradables, hacen que las aguas no sea para el consumo humano.

- Grado de acidez-pH

La evaluación del pH se utiliza para caracterizar un agua, dar seguimiento a un proceso (neutralización, biológico, anaerobio, corrosión), o bien, para monitorear las condiciones de operación (precipitación, floculación, sistemas biológico anaerobios, desinfección) ya que la velocidad de las reacciones depende de él. El pH del agua natural varía entre 5 y 9.

- Sólidos disueltos

Los sólidos disueltos es una medida de la cantidad de materia disuelta en el agua dado por la evaporación de un volumen de agua previamente filtrada. Los sólidos disueltos pueden originarse de forma orgánica e inorgánica, tanto en aguas subterráneas como superficiales.

## **5.5. Medidas de mitigación ambiental al proceso productivo**

Se describen a continuación las medidas para la mitigación del proceso productivo.



### **5.5.1. Consumo energético en la industria**

Para el consumo energético se recomienda la reducción del consumo de energía eléctrica en el área de Producción a través del uso de energía renovables como la instalación de paneles fotovoltaicos para el suministro de energía eléctrica y combinarlo con la red de la empresa eléctrica.

### **5.5.2. Aguas residuales en la industria**

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, junto con sólidos en suspensión.

### **5.5.3. Desechos sólidos en la industria**

La implementación de un programa de caracterización y reciclaje de residuos sólidos ayudara a que la empresa pueda reutilizar el papel, cartón, plástico y los residuos que no se utilizan se pueden vender a recicladoras que buscan desecho de otro tipo, como, metales ferrosos y no ferrosos.



## **6. MEJORA CONTINUA**

### **6.1. Monitoreo y evaluación de resultados**

Se presentan los resultados de las evaluaciones de la propuesta de mejora, que se desea implementar.

#### **6.1.1. Reunión con los responsables del proceso productivo**

Luego de realizar las reuniones respectivas con los representantes del departamento de Producción, se llegó a la conclusión que se debe mejorar el proceso de lavado de botellas de vidrio, antes de ser enviadas al área de Lavado, se debe realizar un identificación y separación de botellas en mal estado, para que estas sean enviadas a reciclado.

#### **6.1.2. Revisión del presupuesto del departamento de Medio Ambiente**

El presupuesto de la empresa por medidas de políticas internas no es de uso público, y no se tuvo acceso al presupuesto general, la única información que se brindó de la empresa es que se cuenta con un presupuesto general para el área de Mantenimiento de los Equipos y en ese rubro se cuenta con una partida para la tecnificación de los equipos.

### **6.1.2.1. Operación**

En el área de Operaciones se cuenta con el respaldo de la empresa para mejorar el proceso productivo a través de las capacitaciones.

### **6.1.2.2. Innovación en materia prima**

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.

## **6.2. Indicadores de producción más limpia**

Los indicadores de la implementación de herramientas de producción más limpia se medirán en función de las personas que cumplan con el programa de capacitación sugerido, con ello se garantizará que el personal tenga los conocimientos de sus responsabilidades y alcance dentro del SGA y con esto lograr que este funcione efectivamente.

### **6.2.1. Cumplimiento**

El cumplimiento de la implementación se medirá de la siguiente forma:

Personas capacitadas = personas en capacitación / total de empleados

### 6.2.2. Productividad

Para establecer la productividad del proceso se utilizarán los indicadores mostrados a continuación:

Tabla XXV. **Indicadores para productividad**

<b>Indicador</b>	<b>Unidad</b>
Emisiones potencialmente tóxicas unitarias (EPTU)	kg / t
Óxidos de nitrógeno unitario del proceso (NO <sub>x</sub> Up)	kg / t
Óxidos de azufre unitario del proceso (SO <sub>x</sub> Up)	kg / t
Dióxido de carbono unitario del proceso (CO <sub>2</sub> Up)	kg / t

Fuente: elaboración propia.

### 6.2.3. Estadísticas

Para el control estadístico se presentan las fórmulas para cada uno de los parámetros a medir y se presenta un extracto de los reportes de los últimos 7 meses (enero a julio 2018):

#### 6.2.3.1. Consumo energético en procesos industriales

Para determinar el consumo energético se utiliza la siguiente fórmula

Consumo energético = KW de energía consumidos / cajas producidas

Tabla XXVI. **Consumo energético de enero a julio por caja de 8 onzas**

		Línea de estudio
INDICADOR CONSUMO ENERGETICO (WKH / Cajas)	ENERO	✔ 0,051
	FEBRERO	⚠ 0,055
	MARZO	✘ 0,059
	ABRIL	✘ 0,058
	MAYO	✔ 0,054
	JUNIO	✔ 0,053
	JULIO	✘ 0,058
	ACUMULADO	✘ 0,055
OBJETIVO		0,055

Fuente: elaboración propia.

El símbolo verde se muestra para los resultados en los que el indicador mensual estuvo por debajo del objetivo propuesto, el símbolo amarillo para los que estuvo igual o relativamente cerca y el símbolo rojo para los que el indicador se encuentra por arriba del objetivo.

### 6.2.3.2. Aguas residuales en procesos industriales

Para determinar el uso de las aguas residuales se utilizará el siguiente indicador. De momento la planta aún se encuentra en el proceso de pruebas y no se tiene un histórico de los datos.

Tabla XXVII. **Indicadores para aguas residuales**

<b>Indicador</b>	<b>Unidad</b>
Demanda bioquímica de oxígeno unitaria (DBOU)	kg / t
Demanda bioquímica química de oxígeno unitaria (DQOU)	kg / t
Sólidos suspendidos totales unitarios (SSTU)	kg / t

Fuente: elaboración propia.

### 6.2.3.3. **Residuos sólidos**

Los residuos son materiales que ya cumplieron su vida útil o su función, y han sido tirados o desechados. Para determinar el uso de residuos sólidos se utilizará el siguiente indicador

Tabla XXVIII. **Indicadores para residuos sólidos**

<b>Indicador</b>	<b>Unidad</b>
Residuos de biomasa unitarios (RBU)	kg / t
Residuos inorgánicos unitarios (RIU)	kg / t
Residuos potencialmente tóxicos unitarios (RPTU)	kg / t
Residuos orgánicos reincorporados al proceso unitarios (RORPU)	kg / t
Residuos inorgánicos reincorporados al proceso unitarios (RIRPU)	kg / t

Fuente: elaboración propia.

#### **6.2.3.4. Emisiones durante el proceso productivo**

Para la emisión durante el proceso productivo se pretende dar visibilidad a los costos extras que se generan por las emisiones durante el proceso productivo por lo que se utilizará el siguiente indicador.

Tabla XXIX. **Indicador de costos por emisiones**

<b>Indicador</b>
Costo de no alcanzar los objetivos ambientales (energía e ingresos por reciclaje)

Fuente: elaboración propia.

#### **6.2.3.5. Reducción de los riesgos ambientales**

La reducción de riesgos ambientales contribuirá a la mejora del proceso de envasado reduciendo la cantidad de desecho generado y el consumo de energía eléctrica.

#### **6.2.4. Evaluaciones periódicas de indicadores ambientales**

La evaluación de los indicadores se debe efectuar mensualmente para establecer el avance de la mejora continua y establecer si se ha mejorado o se debe replantear las soluciones posibles.

#### **6.2.5. Controles de calidad ambiental en el proceso productivo**

El control ambiental se debe dar a través de la medición de Co2 generado en el proceso de producción, para establecer las medidas correctivas.



### 6.3. Control de Indicadores de producción más limpia

El control de los indicadores de producción más limpia se debe realizar cada mes para establecer si se han cumplido en base a los objetivos planteados.

#### 6.3.1. Implementación de listas de control

La lista de cotejo permite establecer el cumplimiento de los indicadores y determinar el porcentaje de avance, a continuación, se muestran las listas de cotejo implementadas:

Tabla XXX. **Lista de cotejo para medición de ruido por ubicación**

<b>Ubicación</b>	<b>Nivel de ruido en decibeles</b>
Despaletizadora	
Paletizadora	
Desempacadora	
Empacadora	
Lavadora de cajilla	
Área de Lavado	
Verificadora de envases	
Llenado y envasado	
Carbonatador	
Alimentador de tapas	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXI. **Lista de cotejo para identificación de residuos I**

Ubicación	Ordinarios	Orgánicos no desechables	Orgánicos compostajes	Papel y cartón
Despaletizadora				
Paletizadora				
Desempacadora				
Empacadora				
Lavadora de cajilla				
Área de Lavado				
Verificadora de envases				
Llenado y envasado				
Carbonatador				
Alimentador de tapas				

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXII. **Lista de cotejo para identificación de residuos II**

Ubicación	Plásticos	Vidrio	Metales	Peligrosos
Despaletizadora				
Paletizadora				
Desempacadora				
Empacadora				
Lavadora de cajilla				
Área de Lavado				
Verificadora de envases				

Continuación de la tabla XXXII.

Llenado y envasado				
Carbonatador				
Alimentador de tapas				

Fuente: elaboración propia.

### **6.3.2. Planes de acción**

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 GlassPackaging Institute (Instituto de envases de vidrio). Estos 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.

### **6.4. Innovación**

La innovación de la mejora de la propuesta se dará en la implementación de nuevos procesos para la producción, además del uso de tecnología que permita ahorrar en consumo energético

#### **6.4.1. Nuevas alternativas**

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.

#### **6.4.2. Capacitación de personal**

La capacitación del personal se debe de efectuar cada tres meses, para identificar el avance del resultado si el personal ha implementado las mejoras.

#### **6.5. Auditorías**

El proceso de auditoría se realizará por medio de la empresa a través del departamento de Calidad y el MARN, para la evaluación de impacto ambiental.

##### **6.5.1. Auditorías internas**

Una vez que se haya establecido el programa y los procedimientos de las auditorías del Sistema de Gestión Ambiental basados en la norma ISO 14001, debe realizarse una auditoría interna completa del Sistema de Gestión Ambiental.

Dependiendo del tamaño y de las aportaciones que genera la organización, la auditoría del SGA puede realizarse en partes a lo largo de un tiempo planificado o de una sola vez. Si la auditoría es realizada en una sola sesión, los auditores querrán revisar datos del Sistema de Gestión Ambiental antes de empezar la auditoría.

##### **6.5.2. Auditorías externas**

Las auditorías externas estarán a cargo del MARN a través del programa de vigilancia ambiental por medio de la medición de parámetros físicos químicos del agua, emisión de gases contaminantes, manejo de residuos sólidos y líquidos.

## CONCLUSIONES

1. Contar con un Sistema de Gestión Ambiental en la empresa será un empuje para lograr implementar la herramienta de producción más limpia en la línea de llenado y envasado en botella de vidrio, debido a que podrá comprometerse a la alta dirección mediante el sistema, lo cual es determinante y también será una ventaja para que la implementación permanezca a largo plazo, ya que su seguimiento mediante un Sistema de Gestión Ambiental la hará sostenible.
2. Se analizó la situación ambiental actual de la línea de llenado y envasado en botella de vidrio, por medio de Ishikawa para determinar las causas principales de las emisiones generadas y se utilizó Pareto para identificar las áreas más críticas (área de Lavado, Despaletizadora, Paletizadora, Lavadora de Cajilla, Llenado y Envasado y en la desempacadora).
3. Se concretó por medio de recorridos de planta, consulta de documentos internos y entrevistas con el personal que los riesgos ambientales de la línea de llenado y envasado en botella de vidrio son agua, ruido, energía, desechos sólidos.
4. Se determinó que producir una caja de 24 unidades en botella de 8 onzas de cualquier bebida carbonatada es Q 11.75.
5. Utilizando Ishikawa se definieron los agentes que influyen en la generación de desechos y emisiones, siendo estos, la lubricación de la línea, limpieza, maquinaria, montacargas, luminarias de alto consumo, botellas de vidrio,

tapón tipo corona, el reproceso y la basura en general (pallets defectuosos, restos de madera, cajilla quebrada, restos de plástico, basura dentro de los envases de retorno).

6. Mediante una matriz de priorización se diagnosticó la relevancia de los desechos y emisiones de la línea de llenado y envasado en botella de vidrio, siendo las principales causas las botellas de vidrio y basura en general (pallets defectuosos, restos de madera, cajilla quebrada, restos de plástico, basura dentro de los envases de retorno).
7. Al comparar los históricos del rendimiento ambiental durante los últimos 6 meses se pudo concluir que disminuir el consumo de agua y energía, así como reducir la generación de desechos sólidos y ruido, minimizarán los desechos y emisiones en la línea de llenado y envasado en botella de vidrio, y esto a su vez generará un impacto ambiental positivo.

## RECOMENDACIONES

1. Iniciar con el programa de capacitación al personal, en todos sus niveles, para lograr la sensibilización y el compromiso genuino a la problemática ambiental de la empresa, así mismo, realizar al menos 2 campañas ambientales anuales para generar mayor impacto en la empresa.
2. Priorizar la implementación de controles que mitiguen los desechos sólidos generados en la línea de llenado y envasado en botella de vidrio, principalmente en el área de Lavado.
3. Hacer un informe mensual del consumo de agua, energía, cantidad de desechos sólidos generados por caja de 8 onzas, y realizar mediciones trimestrales de ruido.
4. Instalar luminarias de bajo consumo energético para reducir los consumos de energía y lograr una reducción en el costo de producción por caja de 8 onzas.
5. Efectuar un monitoreo mensual de todos los agentes que influyen en la generación de desechos y emisiones, como también establecer metas mensuales de seguimiento de cada agente.
6. Realizar una preinspección y un prelavado de la botella de vidrio para reducir la posibilidad de reproceso. Capacitar al personal de línea y montacarguistas en la importancia de cuidar la tarimas y cajillas para reducir los rechazos y reducir la generación de desechos sólidos.

7. Asignar un responsable para el seguimiento de indicadores que se presentarán en el informe mensual del consumo de agua, consumo de energía y cantidad de desechos sólidos generados por caja de 8 onzas, para darle visibilidad al cumplimiento o no cumplimiento de metas y poder así generar acciones que conlleven a las mejores prácticas ambientales.



## BIBLIOGRAFÍA

1. ANZUREZ, Juan; PITALÚA, Nun. *Detección y aislamiento robusto de fallas mediante observadores con entradas desconocidas*. Colombia: DYNA, Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, 2009. 283 p.
2. ASTORGA, Carlos; ZAVALA, Arturo; ALVARADO, Víctor. *Performance monitoring of heat exchangers via adaptive observers*. Italy: Measurement, 2007. 405 p.
3. AVALLONE, Eugene. *Marks manual del ingeniero mecánico*. 2a ed. México: McGraw-Hill, 2000. 2 145 p.
4. BAGUI, Farid; ABDELGHANI, Moulay. *Heat exchanger Kalman filtering with process dynamic acknowledgement*. Alemania: Computer and Chemical Engineering, 2004. 2 851 p.
5. BAO, Jie; LEE, Peter. *Process control, the passive systems approach*. London: Springer, 2007. 255 p.
6. BESANCON, Gildas. *Remarks on nonlinear adaptive observer design*. Holanda: Systems and Control Letters, 2000. 280 p.
7. Centro de Gestión Tecnología e Informática. *Manual de producción más limpia*. San José, Costa Rica: CEGESTI, 2010. 48 p.

8. KLIMOVITZ, Ray. *El cervecero en la práctica*. Asociación de Maestros Cerveceros de las Américas. 2a ed. Caracas: MBAA, 1997. 580 p. ISBN: 097-18-2550-5.
9. 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.
10. 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.
11. MANRIQUE, Saúl. *Diseño de CIP (cleaning in place) en la industria de la leche*. Perú: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2017. 33 p.
12. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Base legal. Guatemala: Gobierno de Guatemala, 2016. [en línea]. <<https://www.marn.gob.gt/sobre-el-marn/base-legal-del-marn/>>. [Consulta: noviembre de 2016].*
13. MONCHY, Francois. *Teoría y práctica del mantenimiento industrial*. Barcelona: Versión castellana Manuel Fraxanet de Simón, Masson S. A. 1990. 367 p.

14. 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.
15. VARELA-ROJAS, Irene. *Sistema nacional de incentivos a la producción más limpia en Costa Rica*. Revista Tecnología en Marcha, 22(2), 2009. 106 p.
16. ZAMBRANO-TORNÉS, Viviana; LIENS-GUTIÉRREZ, Daniel; ARIAS-GONZÁLEZ, Maira. *Opciones de producción más limpia en línea de producción de la unidad empresarial de base vinos Bayamo*. Cuba: Ciencia en su PC, 2016. 55 p.



## ANEXOS

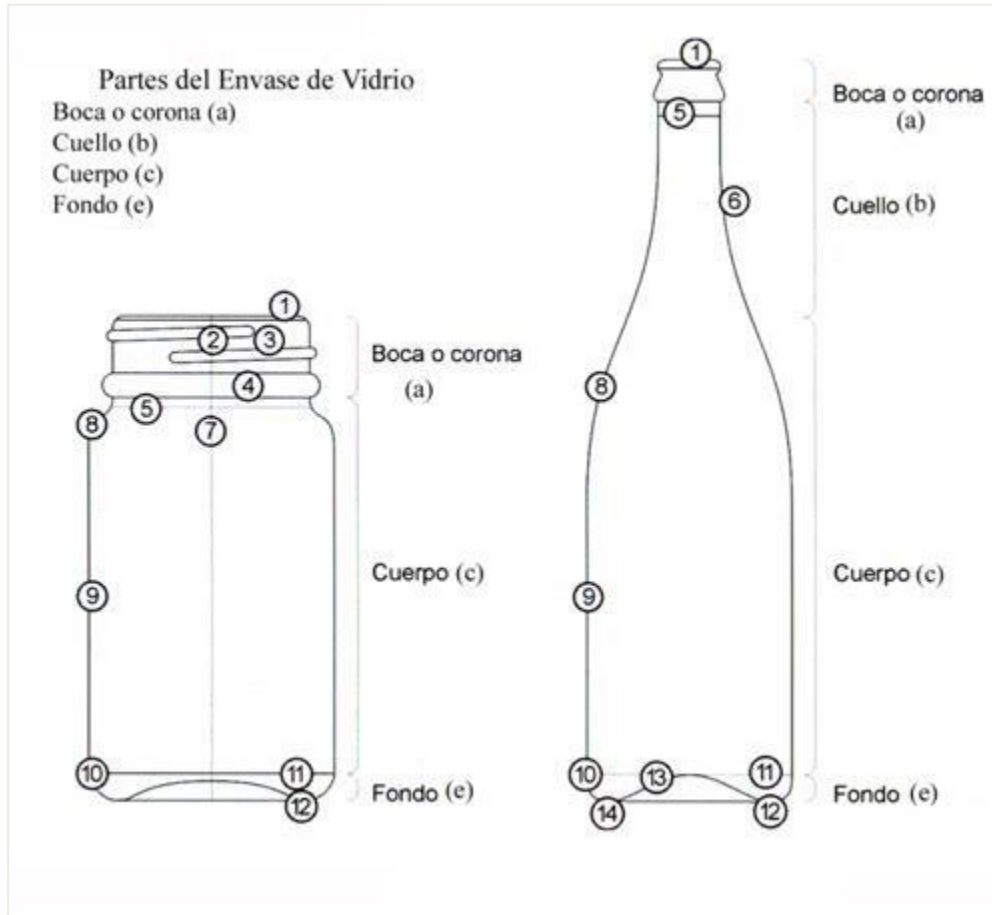
### Anexo 1. Llenadora de envases



Fuente: Tecna Machines. *Llenadora de envases*.

[https://tecnamachines.com/br/llenadora\\_de\\_envases.php](https://tecnamachines.com/br/llenadora_de_envases.php). Consulta: noviembre de 2016.

## Anexo 2. Partes del envase de vidrio



Fuente: MERCADO, Juan. *La botella de vino*.

<http://mercadotesinatamayo2009.blogspot.com/2011/04/la-botella-de-vino.html?showComment=1384696026160>. Consulta: noviembre de 2016.