



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

IMPLEMENTACIÓN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN UNA PLANTA DE MANUFACTURA DE PRODUCTOS QUÍMICOS

Carlos José Reyes Pérez

Asesorado por la Inga. Angie Xiomara Mérida García

Guatemala, junio de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**IMPLEMENTACIÓN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN UNA PLANTA DE
MANUFACTURA DE PRODUCTOS QUÍMICOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

CARLOS JOSÉ REYES PÉREZ

ASESORADO POR LA INGA. ANGIE XIOMARA MÉRIDA GARCÍA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, JUNIO DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

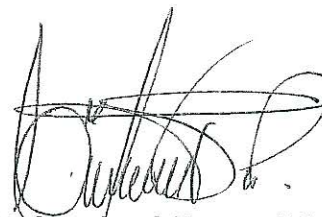
DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Hernán Leonardo Cortés Urioste
EXAMINADOR	Ing. Víctor Manuel Carranza
EXAMINADOR	Ing. Carlos Roberto Gutiérrez Quintana
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

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:

IMPLEMENTACIÓN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN UNA PLANTA DE MANUFACTURA DE PRODUCTOS QUÍMICOS

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha junio de 2011.



Carlos José Reyes Pérez

Guatemala 26 de Febrero de 2,013

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

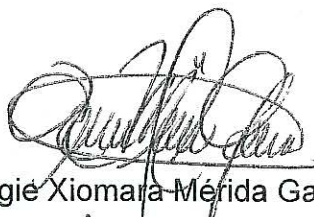
Respetable Ingeniero Urquizú:

Por medio de la presente le informo a usted que he procedido a revisar el trabajo de graduación elaborado por el estudiante universitario CARLOS JOSE REYES PEREZ, con número de carné: 1997-12244 de la carrera de Ingeniería Industrial. El título del trabajo es: **IMPLEMENTACION DE PRODUCCION MAS LIMPIA EN UNA PLANTA DE MANUFACTURA DE PRODUCTOS QUIMICOS.**

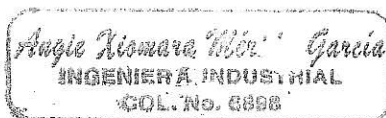
Considero que el trabajo presentado, ha sido desarrollado cumpliendo con los reglamentos y siguiendo con las recomendaciones de la asesoría, por lo que doy mi aprobación y solicito el trámite correspondiente.

Sin otro particular me despido.

Atentamente,



Inga. Angie Xiomara Mérida García
Asesor
Colegiado No. 6898





Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **IMPLEMENTACIÓN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN UNA PLANTA DE MANUFACTURA DE PRODUCTOS QUÍMICOS**, presentado por el estudiante universitario **Carlos José Reyes Pérez**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Ing. Erwin Danilo González Trejo
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Ing. Danilo González Trejo
INGENIERO INDUSTRIAL
COLEGIADO ACTIVO 0102

Guatemala, abril de 2013.

/mgp

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

REF.DIR.EMI.157.013

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de **IMPLEMENTACIÓN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN UNA PLANTA DE MANUFACTURA DE PRODUCTOS QUÍMICOS**, presentado por el estudiante universitario **Carlos José Reyes Pérez**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


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



Guatemala, junio de 2013.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN UNA PLANTA DE MANUFACTURA DE PRODUCTOS QUÍMICOS**, presentado por el estudiante universitario: **Carlos José Reyes Pérez**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE

Ing. Murphy Olimpo Paiz Rosinos
Decano



Guatemala, junio de 2013

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por la vida y bendiciones recibidas a lo largo de mi vida
Mis padres	Por su ejemplo de responsabilidad, perseverancia y honradez
Mi esposa	Por su apoyo en mi desarrollo profesional y familiar
Mis hijos	Por ser la fuente de inspiración en mi vida.
Mis abuelos	Por su ejemplo de trabajo y superación.
Mis hermanos	Por su ejemplo y apoyo a lo largo de mi carrera.
Mi asesora	Por su apoyo en la revisión y orientación para elaborar el presente trabajo.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de
San Carlos de Guatemala**

Por las enseñanzas recibidas en esta casa de estudios.

Empresa en estudio

Por brindarme toda la información que hizo posible el desarrollo del trabajo de graduación.

Amigos y compañeros

Por el tiempo, apoyo, consejos y orientación para ser mejor persona.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
GLOSARIO	VII
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1. Reseña histórica de la empresa	1
1.1.1. Actividad comercial.....	1
1.1.2. Marco filosófico.....	2
1.1.2.1. Misión	2
1.1.2.2. Visión.....	4
1.1.2.3. Valores	5
1.1.3. Estructura organizacional	6
1.1.4. Mapa de procesos	9
1.1.4.1. Interrelación de procesos	10
1.2. Antecedentes ambientales en las industrias de productos químicos	13
1.2.1. Legislación ambiental vigente para industrias manufactureras de productos químicos.....	19
1.2.2. Política ambiental de la organización	20
1.2.3. Estudio de impacto ambiental.....	21
1.2.4. Producción más Limpia como herramienta de productividad y cuidado ambiental.....	22

2.	DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN	33
2.1.	Análisis y recopilación de información de subprocesos de la actividad de manufactura de una planta de productos químicos.....	33
2.2.	Elaboración del diagrama de flujo de procesos en la planta de productos químicos	35
2.3.	Elaboración de distribución de áreas de la planta de productos químicos (Layout)	38
2.4	Análisis para cada subproceso de manufactura.....	39
2.4.1.	Proceso de bodega	39
2.4.1.1.	Manejo de materiales	40
2.4.2.	Proceso de producción.....	41
2.4.2.1	Tipos de materiales empleados en la planta de productos químicos.....	42
2.4.2.1.1.	Clasificación de materiales.....	43
2.4.2.2.	Identificación y clasificación de desechos	44
2.4.2.2.1.	Desechos sólidos	44
2.4.2.2.2.	Desechos líquidos	45
2.4.2.2.3.	Desechos gaseosos.....	50
2.4.2.3.	Utilización de agua	50
2.4.2.3.1.	Medición del consumo de agua	50
2.4.2.4.	Métodos y procedimientos de fabricación	52
2.4.3.	Proceso de aseguramiento de calidad	53
2.4.3.1.	Análisis del proceso de aseguramiento de calidad	54

	2.4.3. 2.	Materiales de desecho generados por el proceso	54
	2.4.3.3.	Metodología de descarte actual.....	55
3.	PROPUESTA DEL MODELO A IMPLEMENTAR.....		57
3.1.	Propuesta de cambios en el proceso de boega.....		57
	3.1.1.	Manejo de materiales	57
	3.1.2.	Metodología y procedimientos propuestos basados en Producción más Limpia	58
3.2.	Propuesta de cambio en el proceso de producción		62
	3.2.1.	Materiales	62
	3.2.2.	Desechos.....	63
	3.2.2.1.	Sólidos	63
	3.2.2.2.	Tratamiento de aguas residuales.....	64
	3.2.3.	Utilización de agua	68
	3.2.3.1.	Ahorro en el consumo de agua.....	69
	3.2.4.	Metodología y procedimientos de fabricación basado en Producción más Limpia.....	72
		3.2.2.2.1. Caracterización de aguas residuales.....	64
		3.2.2.2.2. Propuesta en el manejo de aguas residuales.....	66
3.3.	Propuesta de cambio en el proceso de aseguramiento de calidad		74
	3.3.1.	Propuesta de tratamiento de desechos de laboratorio.....	75
	3.3.2.	Metodología y procedimiento de desechos de laboratorio.....	77
3.4.	Capacitación al personal de manufactura.....		79

3.4.1.	Legislación ambiental.....	80
3.4.2.	Producción más Limpia	81
3.4.3.	Medio ambiente.....	82
3.5.	Costos totales de la implementación.....	83
3.6.	Análisis financiero	85
4.	IMPLEMENTACIÓN.....	91
4.1.	Cronograma de desarrollo de propuesta de mejora (Diagrama de Gantt).....	91
4.2.	Lineamientos para la implementación del proyecto	93
4.3.	Definición de niveles de responsabilidad	94
4.4.	Documentación y registros de control	96
4.5.	Retroalimentación a través de reuniones periódicas.....	103
4.6.	Etapa de análisis y medición al tratamiento de desechos en planta de manufactura.....	103
5.	SEGUIMIENTO.....	105
5.1.	Medición periódica de beneficios ambientales adquiridos.....	105
5.2.	Medición periódica de beneficios económicos del proyecto...	106
5.3.	Cumplimiento de acuerdos gubernativos y leyes ambientales por período entre el 2012 y 2025	106
5.4.	Incentivo ambiental de acuerdo a indicadores obtenidos.....	108
	CONCLUSIONES.....	111
	RECOMENDACIONES	113
	BIBLIOGRAFÍA.....	115

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama de la empresa.....	9
2.	Relación de procesos.....	10
3.	Diagrama de flujo	36
4.	Distribución de áreas (Layout).....	38
5.	Análisis de defectos	59
6.	Carretones de metal.....	61
7.	Sistema de aguas residuales	67
8.	Planta de tratamiento de aguas residuales	68
9.	Política de fomento de la Producción más Limpia.....	73
10.	Contenedores de desechos punzocortantes	76
11.	Política de manejo adecuado de cristalería.....	78
12.	Cronograma de desarrollo de propuesta de mejora	92
13.	Control de la implementación de Producción más Limpia.....	97
14.	Control del uso de agua	98
15.	Manejo del desecho de probetas y tubos de ensayo	99
16.	Análisis de aguas residuales	100
17.	Plan de capacitación y reuniones en Producción más Limpia.....	101
18.	Formato para control de tratamiento de aguas residuales	102

TABLAS

I.	Interrelación de procesos.....	11
II.	Parámetros fisicoquímicos.....	48
III.	Medición del consumo del agua	51
IV.	Análisis de consumo por áreas/actividades	52
V.	Cantidad de desperdicio mensual de las tarimas tipo robusta y convencional.....	59
VI.	Caracterización de aguas residuales.....	65
VII.	Análisis de aguas residuales	71
VIII.	Programa de capacitación para colaboradores en temas de legislación ambiental	80
IX.	Programa de capacitación para colaboradores en Producción más Limpia	81
X.	Programa de capacitación para colaboradores en medio ambiente ...	82
XI.	Costos totales de la implementación	83
XII.	Diagrama RACI.....	95

GLOSARIO

Agua residual	Define un tipo de agua que se utiliza en las actividades diarias de una ciudad, domésticas, comerciales, industriales y de servicios.
Desecho	Materia prima a la cual no se le puede dar ningún valor.
Desecho punzocortante	Son residuos peligrosos que pueden perforar o causar lesiones a la persona que lo manipula.
Diagrama de flujo	Secuencia de etapas o fases que forman parte de un proceso cualquiera, el cual se expresa mediante una serie de simbologías preestablecidas.
Diagrama RACI	Es una matriz de todas las actividades o toma de decisiones de las autoridades en una organización contrapuestas con todas las personas y roles, identificando a alguien como encargado, responsable, consultado o informado para determinada actividad o decisión.

Eco-eficiencia	Maximización de los resultados industriales partiendo desde un nivel de entrada de insumos para asegurar la producción más limpia, el uso apropiado de los recursos humanos y los recursos renovables y no renovables.
Eficiencia energética	Es una práctica empleada durante el consumo de energía que tiene como objeto procurar disminuir el uso de energía pero con el mismo resultado final.
Gestión ambiental	Es un proceso orientado a la administración eficiente de recursos naturales por medio de la protección, manejo, mejoramiento y recuperación de los mismos, con un enfoque sostenible y participativo.
Insumo	Materia y energía utilizadas en producción que forman parte del producto final.
Metrología	Actividad de pesado de un producto de acuerdo a la guía de formulación que proporcione el departamento de control de calidad.
Producción más Limpia	La aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integral a los procesos y productos, con el fin de reducir los riesgos para el ser humano y el medio ambiente.

Productividad

Es la relación entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción.

Reciclaje

Búsqueda o recuperación de materiales o productos para reutilizarlos en su forma original o para reprocesarlos en otros productos.

Rentabilidad

Es la capacidad de producir o generar un beneficio adicional sobre la inversión o esfuerzo realizado

Residuo

Es la materia prima de menor valor.

RESUMEN

El trabajo se inicia debido a la preocupación en la falta de control o seguimiento en la generación de desechos y residuos que producen gastos innecesarios y problemas de contaminación, sin embargo la empresa en estudio se ha caracterizado por tener una política de mejora continua por lo que la propuesta que se muestra, tiene altas probabilidades de aceptación.

Se inicia dando una breve descripción de la reseña histórica de la empresa, su actividad comercial y filosofía, así como la misión, visión y valores, temas que son la base para integrar la nueva estrategia ambiental a los objetivos organizacionales de la empresa.

Posteriormente se realiza un diagrama de procesos para detectar aquellos departamentos en donde existen riesgos de contaminación ambiental, desarrollando las posibles alternativas de solución y/o mejora para las actividades desarrolladas en los mismos.

La propuesta del modelo a implementar contempla estrategias para el manejo de materiales, procesos de producción y aseguramiento de calidad exponiendo la metodología y procedimientos de fabricación basados en Producción más Limpia, así como las capacitaciones sugeridas para el personal de manufactura.

Mediante un cronograma de Gantt y una matriz de niveles de responsabilidad se inicia la etapa de implementación de la propuesta de mejora en manejo de materiales, tratamiento de aguas residuales, ahorro en el consumo del agua y tratamiento de desechos sólidos.

Finalmente se da un seguimiento de la medición periódica de los beneficios ambientales adquiridos y los beneficios económicos del proyecto, cumpliendo con los acuerdos gubernativos y leyes ambientales vigentes.

OBJETIVOS

General

Implementar un estudio de Producción más Limpia para obtener ahorros en una planta de manufactura de productos químicos.

Específicos

1. Identificar cada una de las operaciones del proceso de manufactura de productos químicos.
2. Determinar el avance que la empresa ha tenido en relación al cumplimiento de leyes ambientales.
3. Aplicar Producción más Limpia a los subprocesos de bodega, manufactura y aseguramiento de calidad.
4. Proponer cambios que permitan el mejor aprovechamiento de los recursos e insumos utilizados en cada subproceso.
5. Proponer métodos de tratamiento para los desechos orgánicos e inorgánicos, con la finalidad de lograr la protección del medio ambiente.
6. Ordenar y planificar la implementación de los métodos y actividades propuestas.

7. Determinar los tipos de medición que deberán llevarse a cabo después de la implementación para evidenciar las mejoras alcanzadas.

INTRODUCCIÓN

A lo largo de las últimas 2 décadas se ha incrementado la cantidad de residuos generados por la actividad industrial que representan un costo creciente en el tratamiento de los mismos, por lo que en la actualidad se ha desarrollado un principio fundamental para el desarrollo de la actividad industrial en el contexto de una sustentabilidad económica y ambiental. Países de Centroamérica, y específicamente Guatemala no ha sido la excepción.

La prevención de la contaminación en el ciclo de las actividades productivas conforma la base para optimizar una gestión ambiental, económica y social. Los resultados de esta prevención se expresan en productos más limpios, eficiencia en la producción y la comercialización, cumplimiento de estándares de calidad, mayor competitividad en los mercados nacionales y extranjeros.

La Producción más Limpia se puede entender como una estrategia de gestión ambiental y empresarial preventiva que se aplica a procesos, productos y a organizar el trabajo. Su objetivo radica en el empleo eficiente de las materias primas, reducción de emisiones, descargas en la fuente misma, reducción de riesgos para la salud humana y el medio ambiente para elevar al mismo tiempo la eficiencia y la rentabilidad de la industrial y por ende su competitividad.

En Guatemala se cuenta con acuerdos gubernativos y leyes ambientales que rigen en el país y que deben ser cumplidas en períodos ya establecidos.

El presente trabajo se desarrolla en cinco capítulos a través de los cuales se da un panorama general de la empresa en estudio, detectando los puntos críticos de análisis para generar las propuestas de mejora y el seguimiento que permita mantener una cultura enfocada a una correcta gestión ambiental.

El capítulo 1 muestra los antecedentes generales de la empresa iniciando con la reseña histórica, su filosofía, la misión, visión y valores que la dirigen, su estructura organizacional y los antecedentes ambientales que la empresa ha adoptado hasta el momento y que se relacionan con el manejo de productos químicos.

En el capítulo 2 se realiza un diagnóstico y evaluación de los subprocesos de la actividad industrial de la planta de productos químicos, elaborando los diagramas de flujo de procesos para identificar los puntos críticos para el análisis de desechos, uso de los materiales empleados, utilización del agua y los métodos y procedimientos de fabricación.

El capítulo 3 va enfocado a la elaboración de una propuesta del modelo a implementar en el área de bodega, producción y aseguramiento de calidad, mostrando un análisis financiero de los costos totales de la implementación y un plan de capacitación en legislación ambiental, Producción más Limpia y medio ambiente.

El capítulo 4 se inicia con el cronograma de actividades para implementar los cambios en las áreas a mejorar, así como la definición de los niveles de responsabilidad, documentación y registros de control.

Finalmente en el capítulo 5 es un plan de seguimiento en donde se realizan mediciones periódicas enfocadas a los beneficios ambientales adquiridos y los beneficios económicos del proyecto e incentivos por indicadores ambientales obtenidos.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Reseña histórica de la empresa

La empresa fue fundada en 1985, con capital guatemalteco, la filosofía central de la empresa es la fabricación y comercialización de especialidades químicas, que cubran las necesidades de los mercados del área industrial, y de tratamiento de aguas. Con una operación de producción en Guatemala e iniciando la actividad comercial en este mismo país, dos años después se extiende la operación comercial a Honduras y El Salvador.

Actualmente la operación cubre los mercados de Centroamérica, con planes de expansión al sur de México, el Caribe y Panamá.

1.1.1. Actividad comercial

Es una empresa dedicada a brindar al sector industrial productos químicos para el mantenimiento industrial (mecánico y eléctrico) y tratamiento de aguas. Orientada también hacia la mejora continua y optimización en los procedimientos de mantenimiento en los cuales se participa, a través de la asesoría brindada por su fuerza de ventas.

La estrategia comercial está enfocada a brindar la solución a las necesidades de los clientes, a través de asesoría brindada y productos de alta calidad. Los procesos comerciales y de producción son evaluados periódicamente para incluir mejoras y así mantener la vigencia en el mercado.

1.1.2. Marco filosófico

Para garantizar el traslado de la estrategia hacia el mercado así como alcanzar las metas que la empresa se ha propuesto en el mediano y largo plazo es importante conocer la misión, visión y valores.

1.1.2.1. Misión

Según indica Thompson en su artículo: Misión y Visión, Misión es el motivo, propósito, fin o razón de ser de la existencia de una organización porque define: lo que pretende cumplir en su entorno o sistema social en el que actúa, lo que pretende hacer y para quién lo va a hacer.

Para Saavedra, en su artículo: Misión, Visión y Valores, la misión es la formulación del propósito para el cual existe la empresa. Generalmente es expresada en una sola frase y tiene un carácter duradero pero puede ser mejorara o modifica cuando la empresa así lo requiera.

Para James Stoner citado por Saavedra, en su libro de Administración plantea que la misión es la meta general de la organización basada en las premisas de la planeación que justifica la existencia de una organización.

Para Félix Martínez Díaz citado por Saavedra, la definición de una misión delimita el campo de acción de actividades posibles, con el fin de concentrar los recursos de una empresa en un dominio general o dirigido a un objetivo permanente.

La misión entonces es la razón de ser la empresa, la meta que moviliza la energía y capacidades de todos los colaboradores de una empresa.

Algunas de las razones que justifican el que una empresa posea una misión son las siguientes:

- Asegura una continuidad relativa sobre los propósitos de la empresa.
- Es una base para asignar los recursos de la empresa.
- Sirve de referencia para la formulación correcta de objetivos, políticas y estrategias en general.
- Orienta la concentración de los esfuerzos del factor humano y de los demás recursos de la empresa.
- Permite que cada departamento o unidad de la empresa formule sus misiones específicas consistentes con la de la organización.

Al momento de elaborar la misión de una empresa se deben considerar los siguientes factores como:

- Debe ser claro y comprensible para todo el personal.
- Redactarlo de forma breve para recordarlo fácilmente.
- Específico y realista de acuerdo con la actividad de la organización.
- Que refleje una ventaja competitiva.
- Debe ser flexible pero con un enfoque claro.
- Considerada como modelo para la toma de decisiones gerenciales.
- En su estructura debe reflejar los valores, creencias y filosofía de la organización.

Declaración de la misión de la empresa en estudio:

“Brindar productos químicos de alta calidad al sector industrial trasladando productividad, beneficios equitativos, innovación y protección al medio ambiente.”

1.1.2.2. Visión

Según Jack Fleitman citado por Thompson, la visión se define como el camino al cual se dirige la empresa a largo plazo y sirve de rumbo y aliciente para orientar las decisiones estratégicas de crecimiento junto a las de competitividad.

Para Saavedra, visión es una formulación de la situación futura deseable para la empresa. La visión puede ser expresada en una o varias frases redactadas de manera atractiva y motivadora.

De acuerdo a Francés en su libro: Conceptos Básicos de Estrategia, la misión se puede concebir como el logro más global e importante de la empresa u organización en el mediano a largo plazo y debe servir de norte a las acciones de sus miembros.

Por lo tanto la visión es una exposición clara a que define hacia dónde se dirige la empresa a largo plazo y en qué se deberá convertir tomando en consideración los cambios tecnológicos, sociales, culturales, económicos, etc., a fin de garantizar siempre la satisfacción de las necesidades y expectativas cambiantes de los clientes.

La elaboración de la visión de una organización debe responder a los siguientes cuestionamientos:

- ¿Qué se trata de conseguir?
- ¿Cuáles son sus valores?
- ¿Cómo se producen resultados?
- ¿Cómo se enfrentará al cambio?
- ¿Cómo conseguir ser competitivos?

Declaración de la visión de la empresa en estudio:

Según Promonegocios. Net: “Ser líderes en el mercado centroamericano generando beneficios a todos los involucrados con la organización, aprovechando al máximo los recursos disponibles, fomentando la mejora continua en dirección de maximizar la vigencia empresarial de la organización”

1.1.2.3. Valores

Los valores representan los principios, creencias y reglas que regulan la gestión de una organización. Constituyen la filosofía institucional y el soporte de la cultura organizacional. Una de las razones por las cuales una organización fundamenta la importancia de los valores es que impulsan la conducta de las personas y las organizaciones desarrollando un sentido de pertenencia y compromiso ético dentro y fuera de las actividades que se desarrollen en la empresa.

De acuerdo a (Carreto, 2008) los valores definen el conjunto de principios, creencias, reglas que regulan la gestión de la organización. Constituyen la filosofía institucional y el soporte de la cultura organizacional.

Según indica (López, 2001) los valores organizacionales son tomados muchas veces, como sentencias vanas que realmente no inciden en el

desempeño corporativo, pero si se analizan sus verdaderos alcances, los valores compartidos constituyen el cimiento de la organización y generan beneficios para las personas y empresas que los aplican.

Por tanto el objetivo básico de la definición de valores es tener un marco de referencia que inspire y regule la vida de la organización.

Declaración de los valores de la empresa en estudio:

- Responsabilidad
- Trabajo en equipo
- Honestidad
- Compromiso

1.1.3. Estructura organizacional

Una estructura organizacional es el marco en el que se desenvuelve la organización, de acuerdo con el cual las tareas son divididas, agrupadas, coordinadas y controladas, para el logro de objetivos. (Gross, 2010).

De acuerdo al artículo de Palacios: Tipos de Estructura Organizacional, se entiende la estructura organizacional como el medio del que se sirve una organización cualquiera para conseguir sus objetivos.

Por tanto se puede definir a la estructura organizacional como una estructura intencional en donde cada persona asume un papel que se espera que cumpla con el mayor rendimiento posible.

Tipos de estructura:

- **Organización al funcional**
Es la estructura en donde los departamentos o áreas funcionales representan tareas sustantivas de la empresa. Agrupa a personas que tienen una posición similar dentro de la organización o que desarrollan funciones semejantes utilizando recursos y habilidades del mismo estilo. Está integrada por partes de la organización y las relaciones que las vinculan incluyendo las funciones, actividades, relaciones de autoridad y de dependencia, responsabilidades, objetivos, manuales y procedimientos, descripciones de puestos de trabajo y asignación de recursos.
- **Organización por producto/servicio**
Se presenta en las organizaciones que agrupan las actividades con base en los productos o servicios que comercializan. Es aplicada a empresas que tienen una gran variedad de productos. La principal ventaja es el enfoque de la empresa en la satisfacción del cliente.
- **Organización matricial**
Agrupa a las personas simultáneamente por funciones y divisiones. El objetivo principal de éste tipo de estructura es la de buscar la mayor integración de recursos especializados, lo cual es de gran utilidad cuando se desarrollan proyectos con tiempo definidos. Es muy útil cuando se quiere desarrollar proyectos de manera más rápida, al tiempo que le sirve a la organización para tener en la innovación y creatividad su ventaja competitiva más representativa. En este tipo de organigrama, la empresa tiene una orientación hacia los resultados, enfocando la generación de utilidades de los proyectos y representa una clara

oportunidad de ahorro de costos por la flexibilidad en la utilización del talento humano.

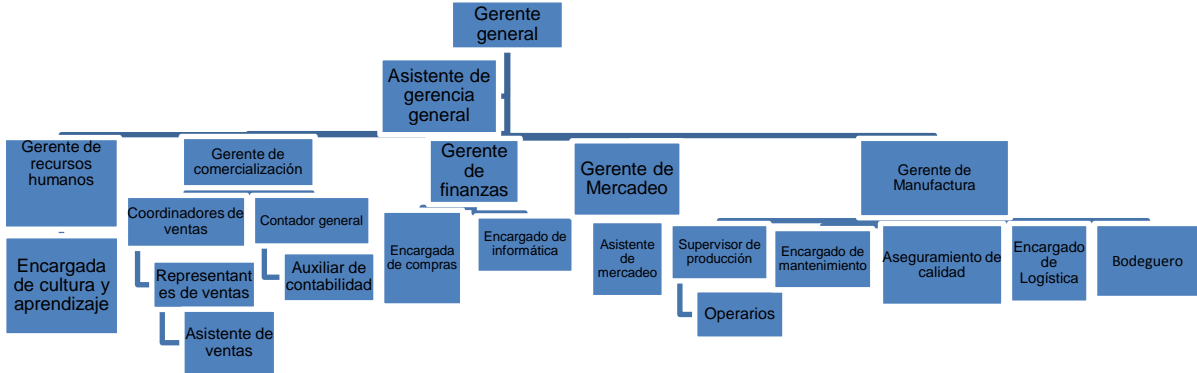
- Estructura formal

Integrada por las partes que conforman la organización y las relaciones que las vinculan incluyendo las funciones, actividades, relaciones de autoridad y de dependencia, responsabilidades, objetivos, manuales, procedimientos, descripción de puestos, asignación de recursos, etc.

- Estructura informal

Es la que se conforma a partir de las relaciones entre las personas que comparten uno o varios procesos de trabajos dentro de la organización. En este sentido, la estructura informal comprende aspectos relacionados con valores, intereses, sentimientos, afectos, liderazgo, etc.

Figura 1. Organigrama de la empresa

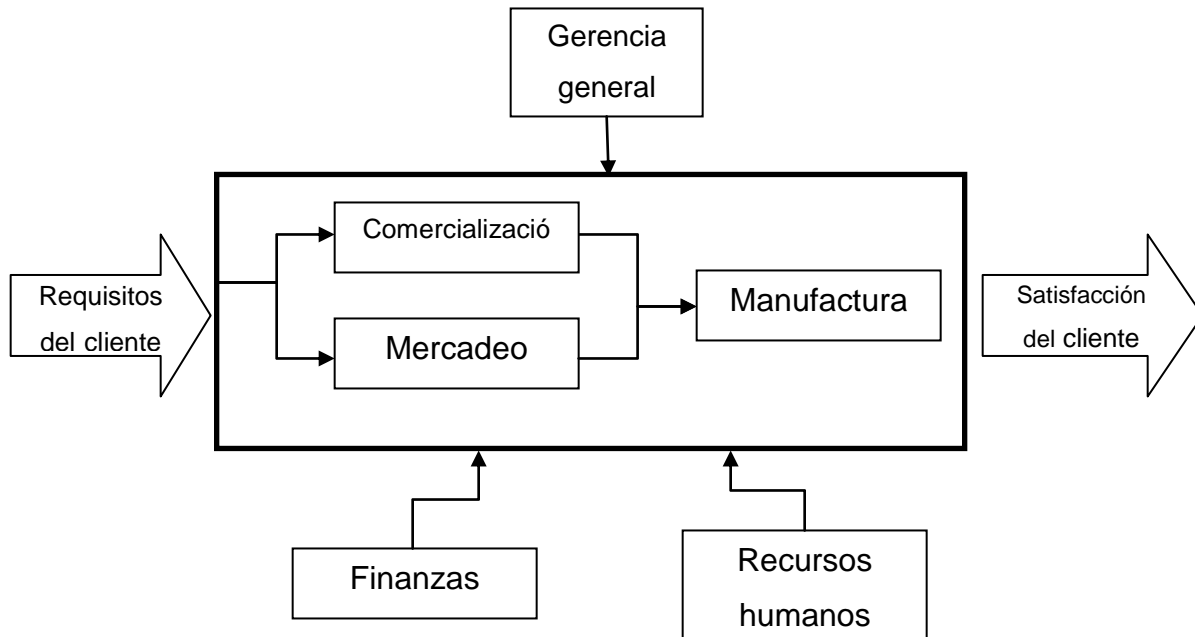


Fuente: elaboración propia.

1.1.4. Mapa de procesos

Representa la relación que existe entre los diferentes procesos de la compañía. Como entrada al sistema se tiene los requisitos del cliente, los cuales son fundamentales, ya que en base a ellos los diferentes procesos deben alinearse para garantizar finalmente la satisfacción del cliente.

Figura 2. **Relación de procesos**



Fuente: elaboración propia.

1.1.4.1. **Interrelación de procesos**

Relaciona los principales procesos de la empresa. Muestra la organización, planificación y diseño de los departamentos que integran la actividad industrial a fin de garantizar la finalización oportuna y precisa de los productos químicos, asegurando una correcta continuidad e interdependencia entre todos los procesos. A continuación la relación entre los principales departamentos de la empresa en estudio:

Tabla I. **Interrelación de procesos**

INTERRELACIÓN DE PROCESOS			
Área	Proceso	Sub-proceso	Interrelación
Gerencia General	<ol style="list-style-type: none"> 1. Establecimiento de objetivos y metas a alcanzar a nivel organizacional. 2. Generación de políticas de cumplimiento. 3. Procesos de toma de decisiones para asegurar la satisfacción del cliente. 		<p>Manufactura Aseguramiento de la calidad Comercialización Recursos Humanos Finanzas</p>
Comercialización	1. Preventa	Asegura futuros pedidos de clientes en cartera y nuevos contactos.	<p>Mercadeo Manufactura Finanzas Gerencia General</p>
	2. Venta	Proceso de venta de productos químicos en sus diferentes presentaciones	
	3. Post Venta	Seguimiento de la venta para asegurar la satisfacción del cliente y buscar nuevas mejoras en el servicio.	

Continuación de la tabla I.

Mercadeo			Comercialización Manufactura
Manufactura	1. Bodega	Encargada de la recepción, almacenamiento y despacho de materia prima para el área de producción. También se encarga de la recepción, almacenamiento y despacho de producto terminado	Comercialización
	2. Producción	Metrología, formulación llenado y etiquetado del producto químico para su traslado hacia el área de bodega.	
	3. Aseguramiento de la calidad	Revisa condiciones y parámetros fisicoquímicos de materias primas, productos en proceso y producto terminado.	
Finanzas	Compras	Cotiza, y garantiza un inventario en stock de todos los suministros e insumos necesarios para el área de producción.	Manufactura Aseguramiento de la calidad Comercialización Recursos Humanos
Recursos Humanos	1. Proceso de contratación 2. Pago de planilla 3. Capacitaciones al personal		Manufactura Aseguramiento de la calidad Comercialización Finanzas

Fuente: elaboración propia.

1.2. Antecedentes ambientales en las industrias de productos químicos

La industria química ha recorrido un complejo camino que la llevó a ser vista actualmente como una de las principales responsables de contaminar el planeta. Pero no es menos cierto que también participan activamente en la búsqueda de soluciones para los problemas ambientales.

Recién en la última década comenzó a tener auge la idea de que la mejor forma de solucionar los problemas originados por los contaminantes es no generarlos. Este enfoque traslada los controles ambientales desde su lugar tradicional hacia el proceso productivo mismo.

Pero para lograr esta integración es necesario cambiar la forma de pensar la problemática ambiental y evolucionar desde una planificación remediadora hacia una preventiva, cuyo objetivo es introducir en el proceso de producción las modificaciones necesarias para minimizar (o eliminar si es posible) tanto la generación de residuos y efluentes como la utilización de sustancias tóxicas.

Todas las estrategias preventivas se encuadran en el marco conceptual del desarrollo sustentable cuyo objetivo es lograr un desarrollo equilibrado con crecimiento económico, equidad social y utilización racional de los recursos naturales con el fin de satisfacer las necesidades de las presentes generaciones sin comprometer la capacidad de futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades. A principios de la década de 1990 surgieron en el mundo y casi simultáneamente distintas estrategias preventivas, las más conocidas son:

- Producción más Limpia

El Centro Guatemalteco de Producción Más Limpia (P+L) la define como: una estrategia preventiva integrada que se aplica a los procesos, productos y servicios a fin de aumentar la eficiencia y reducir los riesgos para los seres humanos. La P+L aplicada a los procesos incluye el uso eficiente de materias primas, agua y energía, así como la eliminación de productos tóxicos y reducción de emisiones y desechos en la misma fuente de generación.

Desarrollado en 1989 por el PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente en su Programa de la Producción más Limpia) como respuesta a la interrogante, ¿cómo la industria podía avanzar hacia un desarrollo sostenible? Y fue definida como una estrategia preventiva integrada que se aplica a los procesos, productos y servicios a fin de aumentar la eficiencia y reducir los riesgos para los seres humanos y para el ambiente.

En 1999 el Programa Regional Ambiental para Centroamérica (PROARCA) realizó una encuesta en los países centroamericanos consultando a las autoridades nacionales de ambiente, gremiales, cámaras, asociaciones industriales, programas de competitividad, ONG'S ambientales y de promoción productiva y las misiones de USAID en cada país, a fin de establecer la importancia de éstos en relación a las prácticas de Producción más Limpia.

La Producción más Limpia permite:

- El ahorro de materias primas, agua y energía.

- La eliminación, reducción y/o sustitución de materias peligrosas.
- La reducción de la cantidad de peligrosidad de los residuos y las emisiones contaminantes.

La Producción más Limpia es una herramienta estratégica de política empresarial que integra al medio ambiente en la gestión global de una organización y que permite mantener o mejorar la competitividad dentro de un marco de sostenibilidad del medio ambiente. Su aplicación requiere compromiso y responsabilidad así como un cambio de actitud frente a la evaluación y aplicación de los conocimientos y opciones tecnológicas.

- Ecoeficiencia

“El término ecoeficiencia fué acuñado por el World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) en su publicación de 1992 “Changing Course” y está basado en el concepto de crear más bienes y servicios utilizando menos recursos y creando menos basura y solución.”¹

La ecoeficiencia se puede entender como la relación entre el valor del producto o servicio producido por una empresa y la suma de los impactos ambientales a lo largo de su ciclo de vida:

Ecoeficiencia = valor del producto o servicio / impacto ambiental

La ecoeficiencia se alcanza mediante la distribución de bienes con precios competitivos y servicios que satisfagan las necesidades humanas y brinden calidad de vida al mismo tiempo que reducen

¹ Wikipedia. Enciclopedia Libre. Artículo Eco eficiencia. Consulta: marzo 2013.

progresivamente los impactos al medio ambiente y la intensidad de recursos a través del ciclo de vida entero a un nivel más aceptable.

Los aspectos críticos de la ecoeficiencia son:

- Reducción en la intensidad energética y material de bienes y servicios
- Dispersión reducida de materiales tóxicos
- Actividades de reciclaje mejoradas
- Utilización óptima de recursos renovables
- Mayor durabilidad de productos

La ecoeficiencia se mueve en un campo más amplio que la protección del medio ambiente o el control de la contaminación, se inclina hacia el tratamiento de los recursos naturales, materias primas e insumos energéticos. Es un enfoque que se interna en las operaciones de la empresa misma y no se queda en los aspectos externos (emisiones, efluentes, residuos).

La ecoeficiencia se encuentra relacionada al término desarrollo sostenible ya que equivale a optimizar tres objetivos:

- Crecimiento económico
- Equidad social
- Valor ecológico

La ecoeficiencia busca añadir más valor a los productos y servicios, consumiendo menos materias primas, generando cada vez menos contaminantes a través de procedimientos ecológicos y económicamente eficientes a la vez que se previenen riesgos.

- Prevención de la contaminación

Introducido en la legislación de Estados Unidos en 1990 en el “Acta de prevención de la contaminación.”

Según indica Valenzuela Arriagada en su libro: Prevención de la Contaminación, la prevención de la contaminación o control de entrada de la contaminación es una reducción de producción que reduce o elimina la producción de contaminantes generalmente cambiando compuestos químicos o utilizando procesos menos perjudiciales.

La contaminación se puede reducir mediante la puesta en práctica de las 4 erres de la utilización de recursos:

R = Rechazar o no utilizar

R = Reducir

R = Reutilizar

R = Reciclar

El término de prevención de la contaminación vincula metas económicas y ambientales de manera que el comportamiento de la empresa sea acorde al desarrollo sustentable al integrar el crecimiento económico con el mejoramiento del desempeño ambiental.

La prevención de la contaminación es un concepto realmente atractivo para la industria ya que refleja que es más razonable dejar de producir residuos que invertir dinero en el tratamiento y disposición final de éstos.

También ayuda a mejorar la eficiencia de los procesos a través del uso más eficiente de las materias primas que refleja beneficios económicos para la empresa ya que representa una alternativa para la empresa mediante el posicionamiento limpio, eficiente y competitivo en el entorno nacional e internacional.

Las tres (Producción más Limpia, eco eficiencia y prevención en la contaminación) se basan esencialmente en la misma idea: integrar la reducción de la contaminación al proceso de producción e incluso al diseño de producto recurriendo a la revisión y modificación de los procesos con la finalidad de eliminar todas las salidas que no sean productos terminados o materiales reciclables para prevenir la contaminación. Se diferencian principalmente en los objetivos de las organizaciones que las impulsaron.

Las primeras estrategias preventivas que se pusieron en práctica en el mundo se centraron en minimizar la generación de contaminantes introduciendo mejoras en la gestión (control de emisiones fugitivas, mejoras en procedimientos, etc.). Estos cambios son los más rápidos y fáciles de implementar y son los que tienen mejor relación costo/beneficio pero en la medida en que se van imponiendo se hacen necesarios desarrollos que tengan en cuenta la introducción de cambios tecnológicos. En esta etapa los químicos juegan un rol fundamental ya que es necesario diseñar nuevos productos en los que se tengan en cuenta no solamente los rendimientos económicos sino también los ambientales.

1.2.1. Legislación ambiental vigente para industrias manufactureras de productos químicos

- De acuerdo a la Ley de Educación Ambiental (Decreto Número 38-2010) decreta que: “en ejercicio de las atribuciones contenidas en la literal a) del artículo 171 de la Constitución Política de la República de Guatemala: el Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional, están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico, por lo que es necesario emitir todas las normas y ejecutar las acciones que garanticen que la utilización y aprovechamiento de la fauna, flora, tierra y agua, se realicen racionalmente, evitando su depredación; y que para lograr que los habitantes del territorio nacional participen en el desarrollo de la Nación, es necesario crear conciencia y formar valores que fomenten el uso sostenible de los recursos naturales, lo cual se logra a través de una educación integral que propicie el desarrollo de los individuos y su integración ética en la sociedad.”
- El Acuerdo Ministerial Número 147 indica: “creación del consejo consultivo de ambiente y recursos naturales. Es una instancia consultiva, asesora, de intercambio de información y acercamiento entre los sectores de la sociedad relacionados con el ambiente y los recursos naturales y el gobierno a través del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.”
- Acuerdo Ministerial Número 239-2005 establece: “creación de la unidades siguientes: unidad de recursos hídricos y cuencas y la unidad de calidad ambiental, adscritas a la Dirección General de Gestión Ambiental y la unidad de protocolo adscrita al Despacho Superior.”

- Acuerdo Gubernativo Número 236-2006: Reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y de la disposición de lodos. Establece los criterios y requisitos que deben cumplirse para la descarga y reuso de aguas residuales, así como para la disposición de lodos. También establece los mecanismos de evaluación, control y seguimiento para que el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales promueva la conservación y mejoramiento del recurso hídrico.
- Decreto Número 4-89: Ley de Áreas Protegidas menciona que: “se crea el sistema guatemalteco de Áreas Protegidas integrado por todas las áreas protegidas y entidades que la administras cuya organización y características establece esta ley, a fin de lograr los objetivos de la misma en pro de la conservación, rehabilitación, mejoramiento y protección de los recursos naturales del país y la diversidad biológica.”
- Decreto Número 68-86: Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente. Indica que “el estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional propiciarán el desarrollo social, económico, científico y tecnológico que prevenga la contaminación del medio ambiente.”

1.2.2. Política ambiental de la organización

Conocer, cumplir y respetar la legislación, reglamentación y disposiciones vigentes en el medio ambiente y aplicables a la actividad productiva de la organización, a través de la continua formación de nuestro personal para mejorar la implicación y capacitación de sus tareas con criterios de respeto hacia esta área.

1.2.3. Estudio de Impacto Ambiental

La Evaluación de Impacto Ambiental es un procedimiento jurídico-administrativo que tiene por objeto la identificación, predicción e interpretación de los impactos ambientales que un proyecto o actividad producirá en caso de ser ejecutado, así como la prevención, corrección y valoración de los mismos.

El Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental de Guatemala se inicia en 1986, fundamentado en la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente y mediante el Decreto 68-86 que creó la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA). Éste fue luego reformado por el Decreto 1-93 del Congreso de la República.

En el 2002 por medio del Decreto 90-2000 se crea el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), y su modificación mediante el Decreto 91-2000 al cual se trasladan las funciones que anteriormente competían a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y a la Comisión Nacional del Medio Ambiente. El MARN se establece como autoridad máxima en materia ambiental del país.

La empresa en estudio cuenta con el estudio de impacto ambiental, en el cual el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, concluye que bajo las condiciones observadas, se labora de forma relativamente aislada del exterior, no creando impactos negativos significativos asociados con ruidos o malos olores, ni residuos sólidos ni líquidos de forma significativa. Por tal motivo se considera que las actividades de la empresa en las condiciones de operación observadas y sobre las cuales se rige la producción, no crea impactos negativos al ambiente, toda vez que su proceso se realice de acuerdo con lo estipulado, se atienda a la ordenanza de las autoridades competentes de

acuerdo con la ley y se implementen las medidas de mitigación de impacto ambiental, planes de contingencia, de seguridad humana, plan de gestión y monitoreo ambiental. Sin embargo parte de la política de la compañía es la mejora continua en todos sus procesos, por lo cual es necesario continuar con la búsqueda de técnicas y procedimientos que permitan mejorar las condiciones de protección hacia el medio ambiente.

1.2.4. Producción más Limpia como herramienta de productividad y cuidado ambiental

La Producción más Limpia es la aplicación continua de una estrategia ambiental, preventiva e integrada, a los procesos productivos, a los productos y a los servicios para incrementar la eficiencia, productividad y reducir riesgos para los seres humanos y el ambiente. La Producción más Limpia puede ser aplicada a los procesos empleados en cualquier industria, a los productos mismos y a los diferentes servicios prestados a la sociedad.

La Producción más Limpia tiene varios beneficios dependiendo del punto de vista de donde se quiera estudiar, por ejemplo:

- En el proceso productivo
Conduce al ahorro de materias primas, agua y/o energía, eliminación de materias primas tóxicas y peligrosas y a la reducción de la cantidad y toxicidad de todas las emisiones y los desechos durante el proceso de producción.

- En los productos
Busca reducir los impactos negativos de éstos sobre el ambiente, la salud y la seguridad, durante todo su ciclo de vida, desde la extracción de las materias primas, pasando por la transformación y uso, hasta la disposición final del producto.
- En los servicios
Incorpora el quehacer ambiental en el diseño y la prestación de servicios.

Dentro de las prácticas de P+L, se debe priorizar aquellas de prevención de la contaminación y de eficiencia energética frente a las prácticas de reciclaje, reuso y recuperación. Sin embargo, las prácticas de reciclaje en circuito cerrado, son parte de las prácticas de prevención de la contaminación o de eficiencia energética, por tanto, también deben ser priorizadas frente a las prácticas de reciclaje que no son realizables en circuito cerrado.

Pero también existen ciertos flujos de residuos generados cuya cantidad no es fácil de reducir, mediante prácticas de prevención de la contaminación o de eficiencia energética, como:

- La sangre de un matadero de reses.
- Las plumas de un matadero de pollos.
- El pelo o sus formas proteicas degradadas del proceso de pelambre en una curtiembre.
- El agua de refrigeración que sale caliente.
- El calor sensible del vapor ya condensado, entre muchos otros flujos de residuos similares.

En estos casos, se debe proceder directamente con las prácticas de reciclaje, reuso y/o recuperación. Sin embargo, no se debe perder de vista que las operaciones asociadas a estas prácticas (reciclaje, reuso y/o recuperación) pueden hacerse de manera más eficiente mediante prácticas de prevención de la contaminación (PC) y de eficiencia energética (EE). Es decir que, estas últimas (PC y EE), deben ser aplicadas a los procesos empleados en el reciclaje, reuso y/o recuperación.

En general, los recursos empleados para introducir prácticas de P+L en una empresa son considerados como una inversión, normalmente de corto plazo, ya que generan retornos económicos y beneficios ambientales simultáneamente.

Contrario a ello, los recursos empleados para hacer el manejo de residuos como desechos al final del proceso productivo (plantas de tratamiento) son considerados como un gasto, ya que no generan retornos económicos, excepto por el beneficio que resulta por evitar que se generen impactos ambientales, beneficio que para la empresa tiene un carácter intangible en la mayoría de los casos.

Actualmente, la implementación de medidas de Producción más Limpia viene a ser el primer paso que debe realizarse a la hora de manejar los efluentes en una empresa.

La ventaja de aplicar prácticas de P+L está en que promueve el uso eficiente de materias primas, agua y energía, entre otros insumos, a fin de eliminar o reducir en las fuentes de origen la cantidad de residuos no deseados que se genera durante los procesos de producción. De esta manera, además de reducir los costos unitarios de producción, se reducen los requerimientos

para el tratamiento final de desechos, si éste fuera necesario, y, por ende, se reduce el costo de adquisición de una planta de tratamiento y de sus consecuentes costos de operación y mantenimiento.

Por lo tanto, se puede afirmar que, para disminuir costos de producción, es necesario reducir los flujos de residuos; o que, para reducir los flujos de residuos, es necesario incrementar la eficiencia productiva, lo que también lleva a disminuir los costos de producción. Una conclusión lógica de esta afirmación, y de lo expuesto en el párrafo anterior, es que la opción de introducir prácticas de P+L debe ser considerada como prioritaria y en forma exhaustiva antes de abordar soluciones de tratamiento al final del proceso.

Las técnicas de P+L pueden aplicarse a cualquier proceso industrial, y abarcan desde cambios operacionales relativamente fáciles de ejecutar hasta cambios más profundos, como la sustitución de insumos, la modificación de procesos u operaciones unitarias, o el uso de tecnologías más limpias y eficientes.

A continuación se menciona algunos de los beneficios que pueden obtener las empresas que practican P+L:

- Mejor productividad y rentabilidad: los cambios a efectuarse en la producción conllevan un incremento en la rentabilidad, debido a un mejor aprovechamiento de los recursos y a una mayor eficiencia en los procesos, entre otros.
- En el ámbito económico: reduce costos a través del uso eficiente de materias primas, agua, energía y otros insumos.

- Reduce costos a través de un mejor manejo de residuos / desechos.
- Reduce costos de traslado y disposición de desechos.
- Reduce o elimina la inversión en plantas de tratamientos o medidas “al final del proceso”.
- Incrementa las ganancias por mejoras en los procesos productivos y por el valor económico obtenido al reusar, reciclar y recuperar los residuos.
- Mejor desempeño ambiental: un mejor uso de los recursos reduce la generación de desechos, que pueden, en algunos casos, reciclarse, reutilizarse o recuperarse y como consecuencia:
 - Reduce los costos y simplifica las técnicas requeridas para el tratamiento al final del proceso y para la disposición final de los desechos.
 - Genera nuevos conocimientos en el interior de la empresa.
 - Facilita el proceso de adecuación ambiental previsto en la legislación ambiental.
 - Ayuda a la evaluación de riesgos relacionados con los impactos ambientales.
 - Contribuye al establecimiento de un sistema de gestión ambiental en el interior de la empresa.
- Mejor posicionamiento comercial de la empresa, debido a que:
 - Diversifica su línea de productos
 - Accede a nuevos mercados

- Incrementa las ventas
 - Diversifica el uso de materiales residuales
 - Mejora su imagen en el mercado
- Mejor entorno laboral, debido a que:
 - Mejora las condiciones de seguridad y salud ocupacional
 - Mejora las condiciones de infraestructura de la planta productiva
 - Genera efectos positivos en el personal
 - Mejora las relaciones con la comunidad y la autoridad

La P+L debe entenderse como un modo de pensar, como una filosofía, en el que la convicción de la Gerencia y la educación del personal son las armas principales; la organización eficiente y su gestión son más efectivas que el uso de alta tecnología. La P+L es una herramienta para mejorar el comportamiento ambiental e incrementar ganancias.

A continuación diferentes conceptos, principios y bases para la correcta práctica de la Producción más Limpia:

Insumo:

Es el término que incluye toda materia y energía utilizadas en la producción, es decir, materias primas, agua, energía eléctrica, energía térmica (combustibles), catalizadores y reactivos químicos en general, lubricantes, resinas de intercambio iónico, empaquetaduras, filtros desechables y otros. Los insumos que forman parte del producto final se

denominan materias primas, mientras que aquéllos que no forman parte del producto final se denominan insumos auxiliares.

Residuo y desecho:

El término residuo se conceptúa como materia prima de menor valor, mientras que el término desecho se conceptúa como materia a la que ya no se le puede dar valor alguno. Por ejemplo, en una curtiembre los residuos pueden ser utilizados para la producción de grasas y proteínas de diferente naturaleza, nutrientes, solventes, cuero reconstituido, etc., mientras que los desechos son aquellas materias que deben ser tratadas y dispuestas en forma no dañina al medio ambiente, tales como algunas aguas de lavado, entre otras materias no recuperables, reciclables o reusables.

Las bases para poner en práctica la producción más limpia (P+L), son:

- Buenas prácticas operativas: en general, son medidas sencillas que no implican cambios significativos en los procesos o en los equipos; más bien se trata de cambios en los procedimientos operacionales, en las actitudes de los empleados y, sobretodo, de un mejor manejo a nivel administrativo. Ejemplos:
 - Programa de mantenimiento preventivo.
 - Mejoramiento del orden y las operaciones de limpieza.
 - Control de inventarios.
 - Control de las especificaciones de los materiales.
 - Evaluación del desempeño ambiental mediante indicadores (por ejemplo, consumos específicos).

- Sistema de recolección de derrames y su disposición adecuada. Minimización de fugas y derrames.
- Reparación de fugas y trampas de vapor defectuosas.
- Instalación de instrumentos de medición, debidamente calibrados.
- Programa de capacitación para el manejo de materiales peligrosos.
- Instalación de medidores de consumo de agua, energía y potencia en la planta y otros.

Circuito cerrado de reciclaje:

Consiste en el retorno de los residuos directamente al proceso de producción en calidad de insumo. Ejemplos:

- Recuperación de mermas para su reproceso.
- Reciclaje de condensados de vapor a la alimentación de la caldera.
- Reciclaje del agua, utilizando la del último enjuague para el primer lavado, por ejemplo en galvanoplastia o curtiembres.

Sustitución de insumos:

Consiste en reemplazar un material y/o energético utilizado en un proceso por otro material y/o energético que genere menor cantidad de residuos, y/o que su uso sea no peligroso o menos peligroso. Ejemplos:

- Sustitución del subacetato de plomo, empleado en el análisis de sacarosa, por un agente químico que no contiene plomo o por una

técnica espectrofotométrica donde se elimina el uso de subacetato de plomo.

- Sustitución del tipo de combustible, por ejemplo, diesel por gas natural.

Optimización de procesos:

Significa, entre otros, rediseñar los procesos; mejorar los controles de las operaciones; sustitución de procesos ineficientes; efectuar modificaciones en los equipos o cambios tecnológicos que permitan reducir la generación de residuos. Ejemplos:

- Mejoramiento del proceso de enfriamiento de agua.
- Optimización del funcionamiento de equipos y del uso de insumos.
- Optimización del funcionamiento de la caldera para reducir el consumo de energía térmica.
- Optimización del uso de agua y energía en maquinarias y equipos.
- Sustitución del proceso de esterilización de agua vía irradiación con rayos UV.

Reformulación del producto:

Consiste en sustituir un producto final por otro de características similares, que requiera de insumos no peligrosos o menos peligrosos en los procesos de producción; o cuyo uso y/o disposición final sea menos dañino para el medio ambiente y/o para la salud. Ejemplos:

- Curtido con reactivos que no contienen cromo.

- Estabilización de resinas de PVC con reactivos que no contienen cadmio.
- Sustitución de pintura en base a solventes por pintura en base a agua.

Las tres R'S:

Segregar los flujos de residuos, a fin de facilitar su reciclaje, reuso y recuperación, minimizando de esta manera la cantidad de desechos; o, en último caso, cuando no hay más alternativa, para facilitar su tratamiento y disposición final como desechos. Ejemplos:

- Producción de compost a partir de residuos orgánicos.
- Procesamiento de alimento balanceado para animales a partir de residuos orgánicos.
- Recuperación de aceites/grasas de compresores para elaboración de lubricantes para automóviles.

2. DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN

2.1. Análisis y recopilación de información de subprocesos de la actividad de manufactura de una planta de productos químicos

El proceso de manufactura dentro de la empresa está integrado por tres subprocesos que permiten trabajar de forma ordenada y sistemática la elaboración de los productos químicos. Cada uno de ellos está integrado por diferentes colaboradores que aplican las políticas y procedimientos ya definidos para la ejecución de sus tareas. Estos subprocesos son:

Bodega

- Recepción de materia prima: luego que el Departamento de Compras emite la orden y es enviada a los proveedores calificados, éstos entregan el material a través de una factura o nota de envío a bodega. En este momento se reciben los diferentes insumos y son ingresados al sistema para mejor control y manejo de inventarios.
- Almacenaje de materia prima: según la categoría (material normal, inflamable y corrosivo) éstas son ordenadas en diferentes estanterías tipo racks, las cuales están ubicadas de tal forma que no interrumpen vías de ingreso y evacuación. Cada área está debidamente identificada y señalizada.
- Despacho de materia prima para el área de producción.

- Recepción de producto terminado: luego que producción finaliza su proceso el producto es recibido por parte de bodega.
- Almacena de producto terminado: asigna una posición y lo coloca de forma segura.
- Despacho de producto terminado: el Departamento de Contabilidad emite la facturación para su posterior despacho por parte de Bodega.

Producción:

- Metrología: pesa el producto de acuerdo a las cantidades descritas en la orden de producción y registra los datos de peso y número de lote de las materias primas con la finalidad de tener una trazabilidad.
- Formulación: realiza el proceso de acuerdo a la guía de formulación e informa a Aseguramiento de Calidad para la inspección del producto.
- Llenado: recibe el producto, llena los envases y verifica el peso de los mismos.
- Etiquetado: coloca la etiqueta según el producto químico y finalmente lo traslada al área de bodega.

Aseguramiento de calidad:

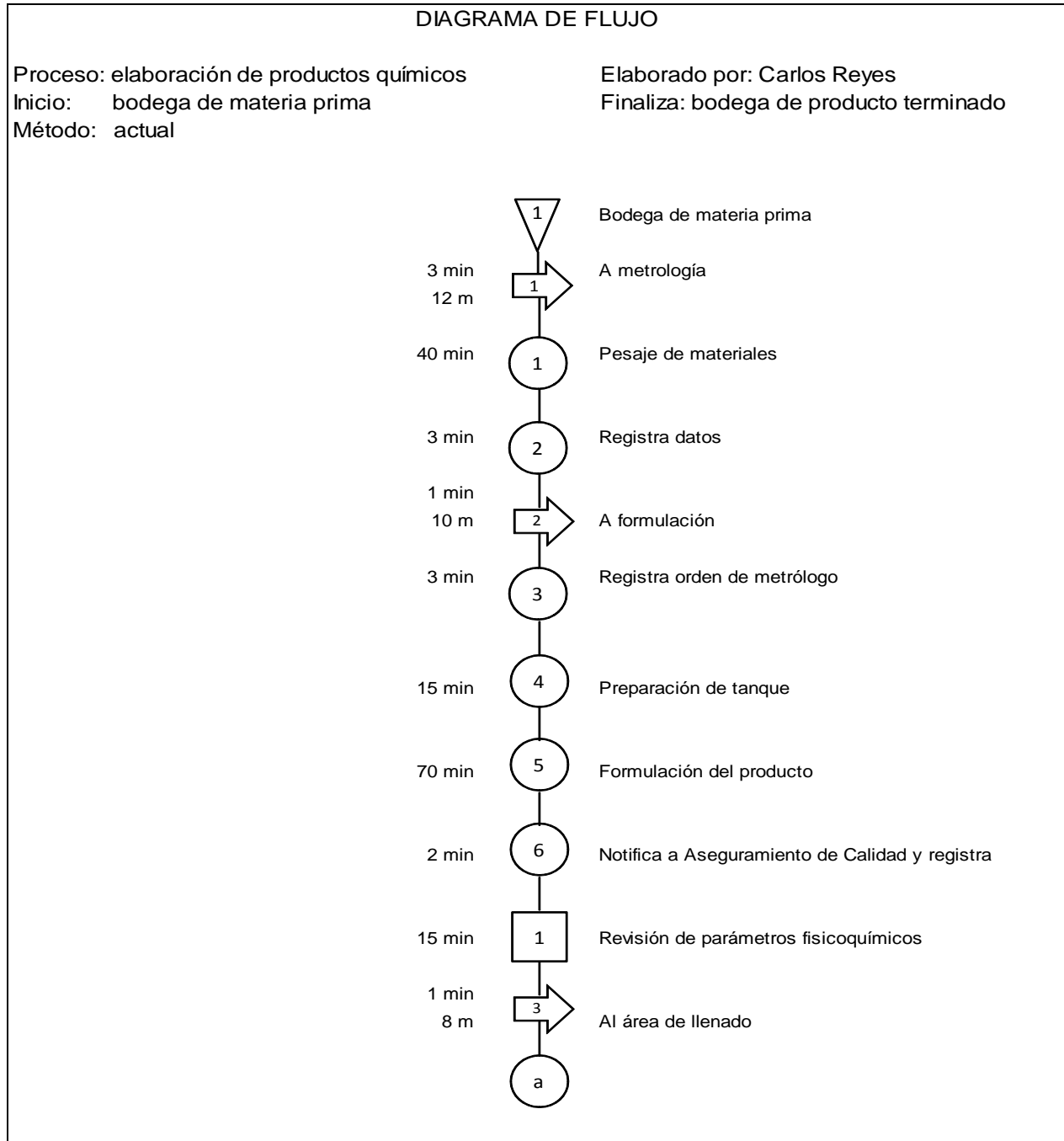
- Revisa condiciones y parámetros fisicoquímicos de materias primas, productos en proceso y producto terminado y luego lo compara contra patrones ya establecidos para su aceptación o rechazo.

- Apoya con la preparación de reactivos que son empleados en los clientes para la medición de parámetros fisicoquímicos de los sistemas implementados.

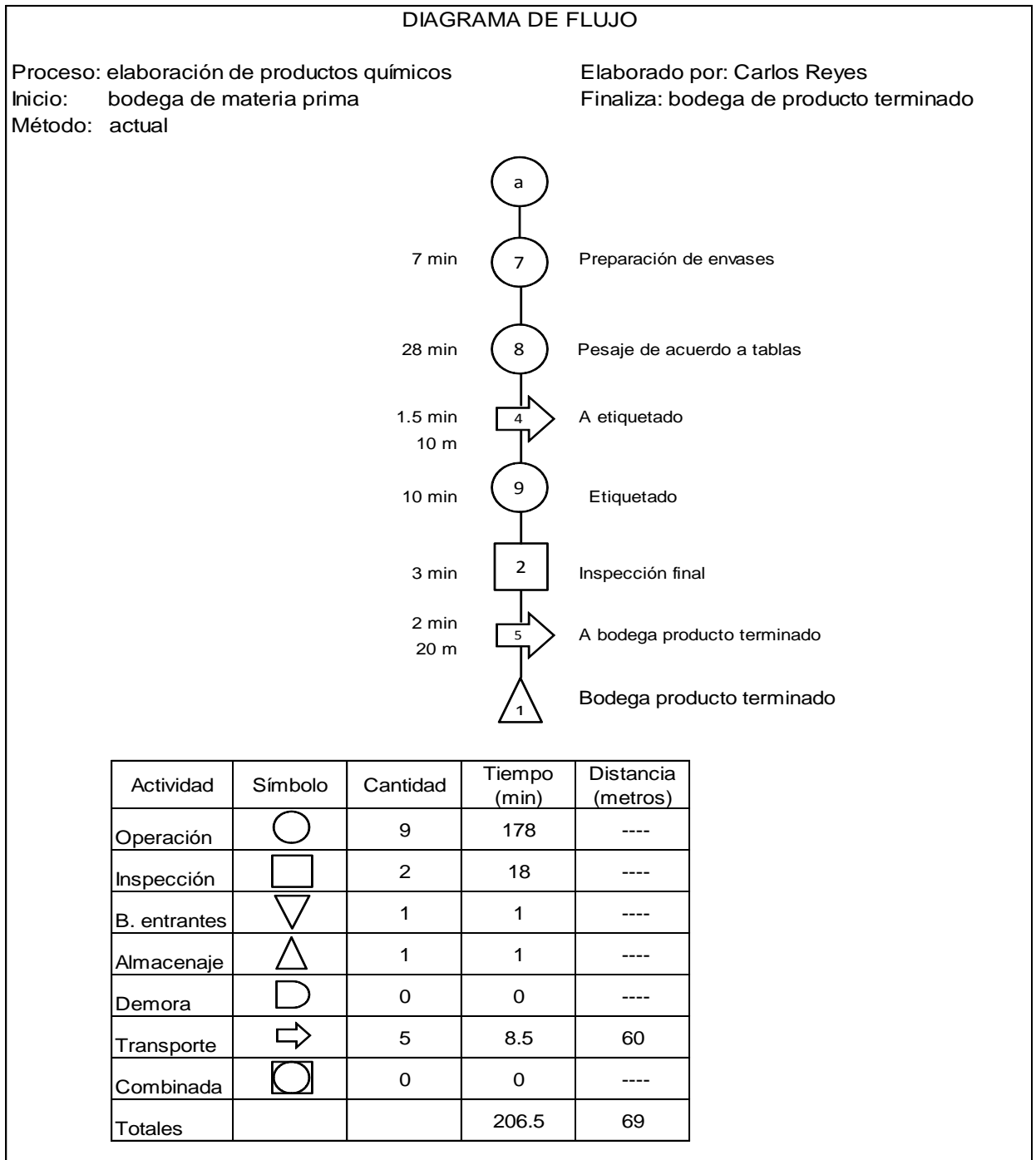
2.2. Elaboración del diagrama de flujo de procesos en la planta de productos químicos

Muestra las operaciones, inspecciones y transporte que actualmente se realizan durante el proceso de elaboración de productos químicos líquidos, iniciando éste en la bodega de materias primas y luego pasando por las áreas de metrología, formulación, aseguramiento de calidad y etiquetado; para llegar finalmente a la bodega de producto terminado.

Figura 3. Diagrama de flujo



Continuación de la figura 3.

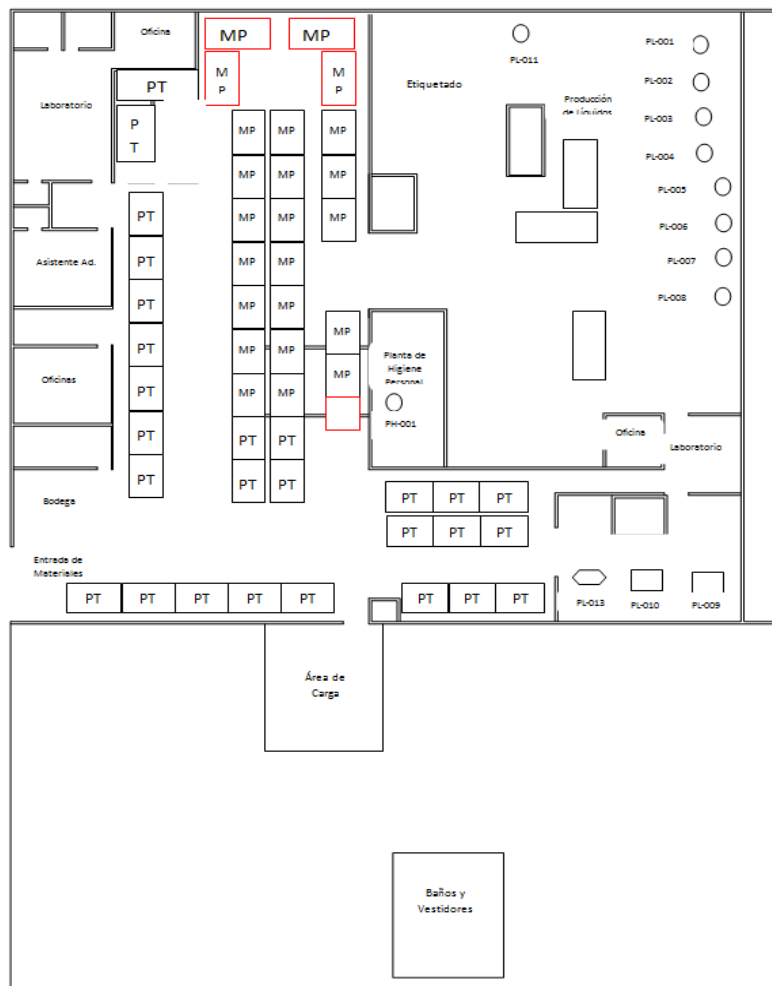


Fuente: elaboración propia.

2.3. Elaboración de distribución de áreas de la planta de productos químicos (Layout)

A continuación se presenta un esquema de distribución de áreas y departamentos de la planta de manufactura; distribuidos de tal forma que se garantice la continuidad y eficiencia en la ejecución de los procesos; minimizando de esta manera costos ocultos que repercutan en dichos procesos.

Figura 4. Distribución de áreas (Layout)



Fuente: elaboración propia, con Programa Autocad.

2.4. Análisis para cada subproceso de manufactura

Es importante analizar cada una de las actividades actuales que se realizan en los subprocesos de manufactura con la finalidad de detectar áreas de mejora, desde el punto de vista de eficiencia y ambientales, para posteriormente proponer las soluciones a través de la estrategia de producción más limpia. Esta información recopilada es a través de recorridos en las diferentes áreas y entrevistas con los responsables de los subprocesos.

2.4.1. Proceso de bodega

A manera de contribuir o eficientizar las actividades realizadas en este proceso se realiza un análisis de los principales factores a considerar:

Está integrado por cuatro colaboradores que realizan las actividades mencionadas anteriormente. Cuentan con tres computadoras de escritorio y una impresora que les permite llevar el manejo de inventarios. Se evita el desperdicio de materias primas por vencimiento, al emplear un método de inventarios PEPS (primero en entrar, primero en salir).

El acceso a bodega está sujeto al cumplimiento de normas como el uso de equipo de protección personal, áreas señalizadas para el tránsito peatonal, uso de extinguidores, entre otros.

El horario de trabajo es de 7:00 a 16:00 horas, evitando de esta manera gastos innecesarios de energía eléctrica.

Adicional a ello se aprovecha la iluminación natural, a través de láminas de plástico de color claro en los techos y ventanales corridos en las paredes laterales.

Se cuenta con un montacargas para el traslado de materias primas o producto terminado que trabaja con gasolina, generando alrededor de 100 partes por millón de monóxido de carbono. Este último es generado cuando un material orgánico es calentado o quemado con un limitado suplemento de oxígeno. Está considerado que el uso del combustible fósil para diferentes vehículos, como el montacargas, puede ser una fuente principal de monóxido de carbono en áreas muy poco ventiladas.

2.4.1.1. Manejo de materiales

De acuerdo a un diagnóstico situacional realizado en la empresa en estudio, se describen los materiales y desechos que se generan en esta área:

Papel:

El uso de papel es mínimo, empleado únicamente para la impresión de documentos contables y requisiciones. Con lo cual no se genera ningún desperdicio.

Tarimas:

Semanalmente se descartan entre 10 y 15 tarimas de madera empleadas para el almacenaje de materias primas y producto terminado; las cuales sufren deterioro y deben ser reemplazadas inmediatamente para preservar de manera

adecuada los materiales. Cada tarima de pino tiene un costo de Q 80,00 y una vida útil de 2 a 3 meses.

Cartón:

Se tiene un desperdicio semanal de 40 a 60 cajas de cartón corrugado debido a que producción traslada parte del producto terminado en cajas con 4 galones cada una, se almacenan y en ocasiones este producto debe ser despachado al cliente únicamente en los envases de galón por las cantidades que este solicita (ya que no es un múltiplo de 4). Asimismo, se desperdicia una cantidad igual en etiquetas que identifican cada caja de producto. Estos desechos son recolectados por el servicio público de basura y depositados en relleno sanitario de la zona 3. El costo de cada caja con su etiqueta es de Q. 4,50.

2.4.2. Proceso de producción

En el proceso de elaboración de productos químicos se inicia en bodega en donde los productos son transportados a metrología para el respectivo pesado y registro de datos para posteriormente trasladarlos a formulación en donde se registra la orden llevada de metrología y se realiza la preparación del tanque para la formulación del producto y notificación al departamento de aseguramiento de calidad para la revisión de parámetros fisicoquímicos y luego ser transportados al área de llenado en donde se preparan y pesan los envases llenos para luego ser llevados hacia el área de etiquetado e inspección final en donde se estiban en la bodega de producto terminado para su posterior despacho.

A continuación se detallan los tipos de materiales empleados en la planta de productos químicos e identificación y clasificación de desechos, así como el uso actual de recursos acuíferos, métodos y procedimientos de fabricación.

2.4.2.1. Tipos de materiales empleados en la planta de productos químicos

Se emplean diferentes tipos de materias primas para la elaboración de los productos químicos, algunos de ellos se compran en el mercado local y otros son importados de Estados Unidos, México y Europa. Cada uno de los proveedores son evaluados estrictamente para que los insumos que proveen cumplan con los parámetros de calidad ya definidos; caso contrario se encuentra una materia prima que no cumple, esta se devuelve al proveedor para el cambio correspondiente.

La presentación de las materias primas empleadas para la fabricación puede ser:

- Polvos
- Líquidos

Adicionalmente se emplea el material de empaque para garantizar la preservación de los productos químicos durante el traslado, entrega y almacenaje en la bodega de los clientes.

2.4.2.1.1. Clasificación de materiales

Los materiales utilizados para la fabricación del producto final son:

- Ácidos
 - Clorhídrico
 - Sulfúrico
 - Fosfórico
 - Cítrico

- Alcalinos:
 - Hidróxido de sodio
 - Hidróxido de potasio

- Neutros:
 - Polifosfatos
 - Surfactantes: alcoholes etoxilados

- Solventes
 - Percloroetileno
 - Derivados del petróleo
 - Aguarrás mineral
 - Xileno

De los materiales mencionados anteriormente no se genera ningún desperdicio ya que son empleados específicamente para la elaboración de los productos químicos.

- Material de empaque
 - Cajas de cartón corrugado y bolsas de nylon.
 - Etiquetas
 - Envases plásticos de diferentes presentaciones (cada uno con su respectiva tapadera):
 - 1 litro
 - 1 galón
 - 5 galones
 - 55 galones

2.4.2.2. Identificación y clasificación de desechos

En el proceso de producción se generan diferentes residuos industriales de naturaleza sólida y líquida; los cuales al no ser manejados o tratados adecuadamente pueden resultar poco amigables al medio ambiente por la contaminación que estos generan.

2.4.2.2.1. Desechos sólidos

La generación de desechos sólidos es algo permanente en las actividades que se realizan en manufactura y están constituidos por un conjunto de materiales de origen orgánico e inorgánico no peligrosos que son desechados como inútiles o superfluos.

Mensualmente se generan alrededor de 40 metros cúbicos, principalmente en las áreas de metrología y etiquetado. Estos son almacenados en un espacio disponible de 2 metros cúbicos y es el servicio público de basura el encargado de retirarlos diariamente. Actualmente no se realiza la clasificación

de la basura en su totalidad, a excepción de los envases plásticos y metálicos que son entregados a una empresa recicladora, quien brinda una constancia de que los envases son tratados correctamente, no hay ningún beneficio económico por venta de envases.

Dentro de estos están:

- Cartón corrugado: cajas que transportan materias primas, etiquetas y producto terminado que puede resultar dañado.
- Plástico: envases de 5 y 55 galones, tapaderas, sacos que transportan materias primas y etiquetas dañadas.
- Metal: envases de 55 galones y tapaderas que transportan materias primas.

Actualmente se descartan entre 10 a 15 envases de 55 galones por semana.

2.4.2.2.2. Desechos líquidos

En general la contaminación por desechos líquidos contiene grandes volúmenes de agua y una elevada carga de materia orgánica biodegradable y/o químicos inorgánicos que tienden a acumularse en los sedimentos.

Carecen de productos tóxicos por lo que el tratamiento se puede llevar a cabo mediante procedimientos físicos, químicos y biológicos. Son irregulares en la concentración de contaminantes debido a la estacionalidad en sus procesos.

A continuación se detalla el tipo de desechos líquidos generados en la empresa en estudio generada por aguas pluviales, aguas industriales y aguas ordinarias.

Aguas pluviales:

Las instalaciones cuentan con la canalización de sus aguas de lluvia, a través de un sistema separativo tipo convencional, consistente en bajadas pluviales, cajas de registro y tubería enterrada para la conducción de las aguas hacia el pozo de absorción.

El drenaje esencialmente se inicia en el techo de la edificación, donde el agua que escurre sobre el mismo es captada a través de conductos de bajada de agua, ubicados convenientemente dentro de la bodega, los cuales consisten de tubería de PVC de 3 pulgadas, desde donde las aguas de lluvia son conducidas hacia cajas de registro, que a su vez acometen a una tubería enterrada de 8 y 10 pulgadas de diámetro, de PVC con pendiente de 1,5 %, que finalmente conducen las aguas de lluvia hacia el pozo de absorción, para promover su filtración natural dentro del terreno.

Este método se considera adecuado, pues este tipo de agua al no entrar en contacto con las aguas industriales y ordinarias, no representa contaminación alguna.

Aguas industriales:

La empresa cuenta con un drenaje separativo para la conducción de sus aguas industriales, que esencialmente se generan por el lavado del área de

producción al finalizar la jornada de trabajo o al momento de cambios de producción de un producto a otro.

Es importante aclarar que el proceso en sí, no genera aguas residuales, puesto que el agua que se utiliza se incorpora a los productos finales (emulsiones y soluciones). Estas aguas provienen de lavado de diferentes superficies: pisos, tanques y utensilios de producción.

La operación de lavado se realiza a través de una manguera convencional, con una presión de agua de 45 psi. El tiempo promedio de lavado de las áreas y superficies ya mencionadas es de 40 minutos cada vez que se realiza y se generan en total 3 metros cúbicos por día.

El sistema se inicia con la descarga de las aguas de lavado, desde los tanque de mezcla, hacia tubos de recepción que se encuentran localizados inmediatamente y por debajo de los tanques, utilizando para el efecto tubos de sumideros de PVC de 2 pulgadas de diámetro. Los tubos en su parte superior tienen una coladera, para atrapar sólidos gruesos, a efecto de evitar el taponamiento de los conductos, la cual corresponde a un accesorio de bronce.

El drenaje desde los distintos puntos donde acomete, envía el agua por gravedad hacia un pozo de absorción ubicado en el área verde del área que abarca la empresa.

De acuerdo a análisis fisicoquímicos (ver tabla I) que se han realizado a las aguas industriales, éstos se encuentran con los siguientes valores en comparación con los límites máximos permisibles para el 2015, determinados por el Acuerdo Gubernativo 236-2006 del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales:

Tabla II. **Parámetros fisicoquímicos**

Parámetros	Dimensionales	Nivel actual	Límites máximos permisibles a 2015
Temperatura	°C	20.7	+/- 7
pH	UH	4.5	6 – 9
Grasas y aceites	Mg/l	51	10
DBO	Mg/l O2	350	250
DQO	Mg/l O2	NR	NR
Sólidos en suspensión	Mg/l	182	400

Fuente: elaboración propia.

Aguas ordinarias:

Proviene del uso de los servicios sanitarios por parte del personal de labores y posibles visitantes. Los servicios están integrados de la siguiente manera:

- Cuatro duchas
- Dos mingitorios convencionales
- Seis inodoros
- Dos lavamanos

“Se estima un descarte de agua de 50 litros/persona/día”². Para un total de 27 trabajadores, se tienen un total de 1 350 litros/día, equivalente a 1,35 metros cúbicos por día.

Para el tratamiento de estas aguas se cuenta con un sistema de fosa séptica, que es un depósito impermeabilizado y enterrado, que mediante el reposo de las aguas, efectúa una sedimentación de la materia orgánica que con el tiempo experimenta una estabilización biológica de tipo anaeróbico. Para mejorar las condiciones de esta fosa, semanalmente se dosifica 1 libra de enzimas hidrolíticas que brinda los siguientes beneficios:

- Acelera el proceso de degradación de la materia orgánica
- Reduce los malos olores
- Prolonga las extracciones mecánicas

La fosa corresponde a una estructura rectangular de block y concreto con las siguientes dimensiones:

- Largo: 3,20 metros
- Ancho: 1,00 metros
- Alto: 0,90 metros
- Volumen: 2,88 metros cúbico. Este volumen supera lo necesario para la cantidad de trabajadores con que cuenta la empresa.

El agua ya tratada es finalmente dispuesta en un pozo de absorción diferente al empleado para las aguas industriales.

² Dato proporcionado mediante entrevista con gerente de manufactura de la planta. Abril 2012.

2.4.2.2.3. Desechos gaseosos

No se generan desechos gaseosos, debido a que en el proceso de producción no se emplean temperaturas altas que puedan generar vapores, las mezclas de las materias primas no genera gases y no existe ninguna caldera.

2.4.2.3. Utilización de agua

El agua proveniente de un pozo mecánico es enviada hacia una cisterna donde se almacena y por medio de un sistema hidroneumático es enviado y distribuido a diferentes áreas con las siguientes finalidades:

- Proceso de producción
- Lavado de áreas de producción y utensilios
- Uso para baños y duchas

2.4.2.3.1. Medición del consumo de agua

Para el cálculo en el consumo del agua se realizó un monitoreo, a través de un contador instalado en la salida del pozo mecánico, obteniendo los siguientes datos:

Tabla III. **Medición del consumo del agua**

Día	Consumo de agua/día (metros cúbicos)
1	15,89
2	19,20
3	13,20
4	11,70
5	9,70
6	9,30
7	11,70
8	16,40
9	14,80
10	11,75
11	10,80
12	10,60
13	10,90
14	13,80
15	20,00
16	23,20
17	19,80
18	18,25

Fuente: Departamento de Servicio Generales.

Del pozo mecánico se extrae un promedio de 14,5 metros cúbicos/día, utilizándose de la siguiente manera:

Tabla IV. **Análisis de consumo por áreas/actividades**

Tipo de consumo	Metros cúbicos/día	Metros cúbicos/mes
Proceso de producción	10,15	223,3
Lavado de áreas, tanques y utensilios en general	3,00	66,00
Área de baños	1,35	29,70
TOTAL	14,50	319,00

Fuente: elaboración propia.

2.4.2.4. Métodos y procedimientos de fabricación

Los materiales procedentes de la bodega son asignado por medio de órdenes de fabricación de forma específica y se conducen hacia el área de metrología. Estás órdenes de producción o fabricación permiten que los procesos sean estandarizados así como tener una trazabilidad de todo el proceso.

Una vez determinada la cantidad de material que es necesario mezclar, se proceden a llenar los tanques mezcladores de acero inoxidable. Actualmente se cuenta con ocho de ellos.

El tiempo para la elaboración de una batch es de 206,5 minutos (3,44 horas); en promedio se realizan 2,32 batch/tanque/día. Considerando que se tienen 8 tanques en total se producen 18 batch/día.

En cada batch no se tiene ningún desperdicio, ya que de existir algún sobrante de producto se envasa en presentación de litro o galón para ser empleado como muestras para los clientes.

2.4.3. Proceso de aseguramiento de calidad

Aseguramiento de la calidad es el conjunto de actividades grupales dentro de la organización que impulsan esfuerzos para plantear, organizar, dirigir y controlar la calidad en un sistema de producción con el objetivo de ofrecer a los clientes productos que cumplan con ciertos estándares preestablecidos de calidad adecuada.

Como actividades planificadas y sistemáticas aplicadas a un sistema de calidad se puede mencionar la medición sistemática, comparación con estándares, seguimiento de procesos, actividades relacionadas con el seguimiento de la retroalimentación de la información generada en cada proceso productivo, etc., estas actividades contribuyen a la prevención de errores.

El proceso actual de aseguramiento de la calidad va enfocado principalmente en el departamento del mismo nombre en donde se verifica el material e insumo utilizados antes, durante y después del proceso productivo.

También se hace referencia a los materiales de desechos generados por las actividades del proceso productivo y la metodología de descarte actual que se realiza en el departamento de aseguramiento de la calidad.

2.4.3.1. Análisis del proceso de aseguramiento de calidad

Es el responsable de verificar en los siguientes puntos del proceso que la calidad se encuentre dentro de los parámetros establecidos:

- Revisión de materia prima a través de un espectrómetro infrarrojo.
- Revisión y comparación de material de empaque.
- Inspección en la etapa de formulación del producto, a través de análisis fisicoquímicos; incluyendo análisis de densidad por medio de un viscosímetro.
- Inspección final, en el área de etiquetado.

2.4.3.2. Materiales de desecho generados por el proceso

Los materiales generados por aseguramiento de calidad son:

- Tiras plásticas de papel pH. Estas no contaminan el medio o solución que se investiga, son de alta precisión y son tiras largas que protegen los dedos de las personas que las usan.
- Las muestras que son tomadas en bodega o producción para su análisis, posteriormente se tiran en una pileta ubicada en producción.
- Se emplea cristalería (probetas y tubos de ensayo), que en ocasiones se pueden quebrar.

Es importante mencionar que el espectrómetro no genera ningún desecho.

2.4.3.3. Metodología de descarte actual

- Las tiras plásticas de papel pH, así como la cristalería son empacadas en bolsas plásticas y recolectadas posteriormente por el servicio de basura. No se realiza la clasificación de papel, vidrio y plástico.
- Las muestras de las diferentes materias primas y soluciones químicas son descartadas a través de la pileta ubicada en producción, las cuales se unen con las aguas industriales para terminar en el pozo de absorción.

3. PROPUESTA DEL MODELO A IMPLEMENTAR

Al realizar el análisis de la situación actual de la empresa y tomando en consideración los procesos industriales actuales y los métodos de manejo e materias primas, insumos y contaminantes se ha determinado proponer actividades relacionadas al concepto de producción más limpia y todo lo relacionado a las buenas prácticas para que la industria tenga un enfoque amigable con el medio ambiente, de tal manera que la empresa en estudio incremente su eficiencia, productividad y su competitividad frente a otras industrias similares tanto dentro como fuera de las fronteras guatemaltecas.

3.1. Propuesta de cambios en el proceso de bodega

El modelo que se propone considera aspectos con enfoque de optimización en el manejo de materiales como una primera parte que tiene relación directa con los procedimientos propuestos con el enfoque de la Producción más Limpia, dando alternativas de cambio principalmente el área de manufactura.

3.1.1. Manejo de materiales

Dentro de las alternativas propuestas para ser integradas rápidamente a las operaciones de la bodega y minimizar de esta manera la generación de desechos, se encuentran:

- Sustituir tarimas
- Eliminar cajas de cartón corrugado para almacenar envases de galón
- Reemplazar montacargas

3.1.2. Metodología y procedimientos propuestos basados en Producción más Limpia

A. Sustituir tarimas:

Se propone emplear tarimas de madera conocidas como “robustas”, las cuales son más reforzadas, maximizando el tiempo de vida de manera que se tenga menos desperdicios y así minimizar los costos en la adquisición de este insumo. Desde el punto de vista ambiental, por ser la madera un recurso natural no renovable, se deben apoyar los proyectos que eviten la tala desmedida de árboles.

Las tarimas robustas tienen un costo de Q. 280,00 y su tiempo de vida es de un año (tres a cuatro veces más que las convencionales). De acuerdo al espacio físico disponible para el almacenaje de los productos químicos, la empresa necesita de 100 tarimas permanentemente. Considerando el tiempo de vida útil de los dos tipos de tarimas, se necesitarían 400 tarimas convencionales o 100 tarimas robustas por año.

Para comprobar este análisis de durabilidad, se realizó un monitoreo con 10 tarimas convencionales y 10 tarimas robustas de muestra que fueron proporcionadas por un proveedor con la finalidad de realizar una prueba piloto, teniendo los siguientes resultados después de tres meses de uso:

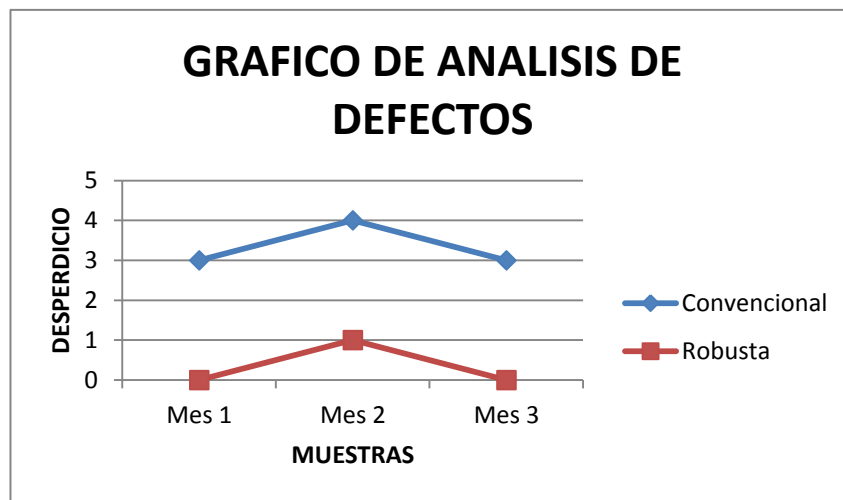
Tabla V. **Cantidad de desperdicio mensual de las tarimas tipo robusta y convencional**

Tipo \ Período	DESPERDICIO (Unidades)		
	Mes 1	Mes 2	Mes 3
Convencional	3	4	3
Robusta	0	1	0

Fuente: elaboración propia.

Con los resultados anteriores se ha elaborado la siguiente gráfica:

Figura 5. **Análisis de defectos**



Fuente: elaboración propia.

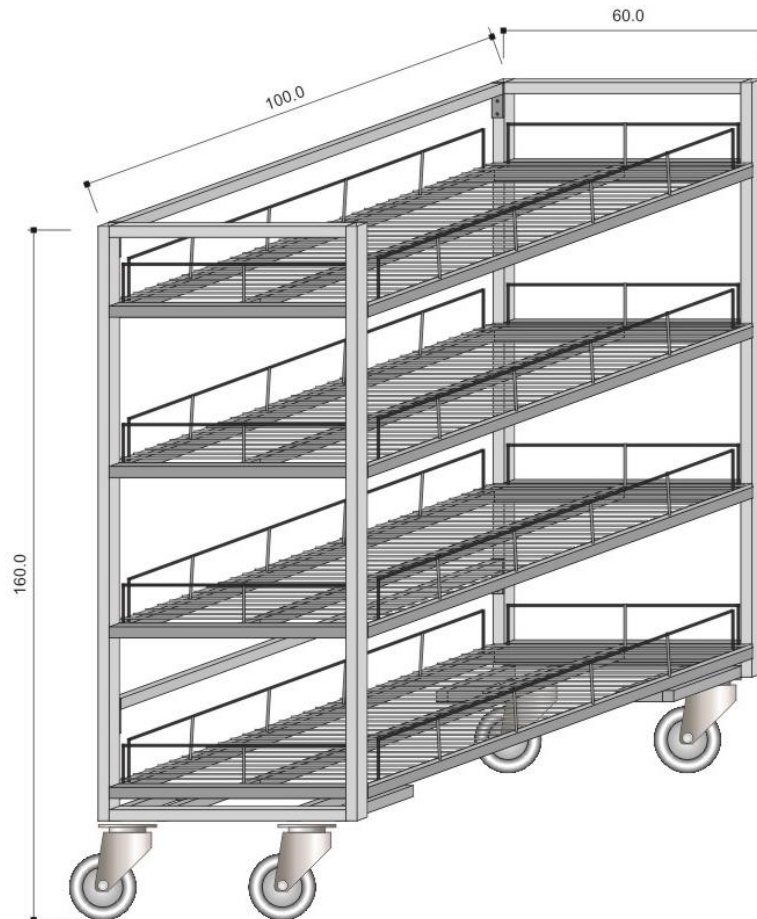
El gráfico refleja la cantidad de tarimas robustas con cero desperdicio en las muestras 1 y 3 en tanto de que tarima convencional indica mayor cantidad de desperdicio, por lo que incide en altos costos por desperdicio.

B. Eliminar cajas de cartón corrugado para almacenar envases de galón:

De acuerdo al análisis realizado en la empresa en estudio se ha determinado que el material que se debe manejar de forma controlada debido a su impacto en los costos que representa la el desperdicio generado de las cajas de cartón. Cada caja tiene capacidad de almacenar 4 galones de producto químico, estas son estibadas en la bodega de producto terminado y son despachados según requerimientos de los clientes por lo que si alguno solicita producto en cantidades menores a 4 se despachan, quedando la caja sin producto como material de desecho y se envían a la basura.

La propuesta para solucionar este desperdicio es implementar tarimas metálicas de 4 compartimientos con capacidad para almacenar 5 galones por tarima. Contará además con rodos para fácil movilización y optimización de tiempos de transporte entre el área de producción y bodega.

Figura 6. Carretones de metal



Fuente: elaboración propia, con Programa Autocad.

C. Reemplazar montacargas:

Se propone el reemplazo de un montacargas de gasolina por montacargas eléctrico debido a que el equipo se utiliza en un ambiente cerrado por lo que es propicio a la saturación de monóxido de carbono, gas que es dañino para la salud de los trabajadores.

Con éste cambio se tienen las siguientes ventajas:

- Menor contaminación por no emanar gases a la atmósfera
- No generan gasto en combustible
- Facilidad en el modo de uso por los trabajadores

3.2. Propuesta de cambio en el proceso de producción

De acuerdo al análisis realizado en los capítulos anteriores se ha podido determinar las áreas críticas en donde es necesario realizar un cambio en los procesos de producción iniciando con los desechos sólidos y líquidos generados por el proceso productivo, el uso correcto del agua y procesos de cambio en el departamento de aseguramiento de calidad, realizando propuestas de políticas de manejo adecuado de la cristalería utilizada en el área y la forma correcta de descarte de las mismas, también se propone un plan de capacitaciones enfocado a la legislación ambiental, Producción más Limpia y medio ambiente.

3.2.1. Materiales

De acuerdo a la naturaleza de las operaciones de la empresa, se ha verificado que se realizó una clasificación entre contaminantes y no contaminantes en un estudio realizado hace 5 años en donde los materiales contaminantes como cromo, methyl paraben y propil paraben fueron reemplazados por materias primas amigables al medio ambiente, apegándose de esta manera a la responsabilidad ambiental.

3.2.2. Desechos

La propuesta de cambio de desechos generados en la empresa por los procesos productivos llevados a cabo va enfocada principalmente al manejo de desechos sólidos en donde se motiva al personal a familiarizarse con clasificación de desechos a nivel de toda la organización mediante depósitos plásticos identificados. También se propone una alternativa de solución para los desechos líquidos mediante la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales dando a conocer los beneficios y la importancia que ésta representa para la empresa y para el medio ambiente.

3.2.2.1. Sólidos

Se propone realizar una campaña verde para poder implementar una cultura de reciclaje dentro de la empresa por lo que se sugiere la colocación de depósitos para clasificar: papel, metal y plástico.

Dentro de éste apartado se ha estudiado la alternativa de contratar una empresa que se dedique a la limpieza de los envases plásticos de químicos que se reciben en la recepción de materia prima.

Se proponen dos alternativas de solución:

Opción 1:

Se propone coordinar un sistema de canje entre la empresa proveedora de productos químicos y la empresa, de modo que los envases de metal y plástico de 55 galones que se utilizan en la planta a fin de canjear 5 toneles

vacíos por 5 toneles llenos. De esta manera se disminuye la cantidad de toneles vacíos dentro de la planta.

Opción 2:

Se propone realizar la venta de envases vacíos previamente lavados con agentes especiales para remover los residuos de químicos. Esta función estará a cargo de una persona que será contratada directamente para realizar ésta tarea proveyendo el equipo de protección personal adecuado. Para el manejo del papel que se genera en la fábrica se propone donarlo a una fundación llamada Amigos de la Naturaleza, ya que es una empresa comprometida con acciones en pro de la conservación del medio ambiente y a la vez está autorizada por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

3.2.2.2. Tratamiento de aguas residuales

Con relación al problema de generación de aguas negras que se producen con la limpieza de pisos y tanques, se propone implementar una planta de tratamiento de aguas residuales para el adecuado manejo de las mismas a fin de evitar la contaminación de ríos o lagos cercanos al área.

3.2.2.2.1. Caracterización de aguas residuales

Las aguas residuales provenientes de una industria necesitan ser tratadas antes del descargo final en los alcantarillados municipales de tal manera que cumplan los estándares permisibles fijados por las municipalidades de la localidad.

En el caso de la empresa en estudio es necesario medir las condiciones iniciales, del proceso y finales de las aguas a fin de garantizar el sistema más adecuado de acondicionamiento o tratamiento de aguas residuales.

Para obtener los resultados del análisis del agua, se tomaron muestras de agua en el área en donde se procede a lavar pisos y toneles dentro de la empresa. La muestra se realizó en un día normal de actividades cumpliendo la jornada de trabajo de ocho horas. El análisis químico fue enviado a un laboratorio dedicado a esta actividad y se procedió compararlo con lo establecido en el reglamento de descarga de aguas residuales a cuerpos receptores, emitiendo los siguientes resultados:

Tabla VI. **Caracterización de aguas residuales**

Parámetros	Dimensionales	Nivel actual	Límites máximos permisibles a 2015
Temperatura	°C	20.7	+/- 7
pH	UH	4.5	6 – 9
Grasas y aceites	Mg/l	51	10
DBO	Mg/l O ₂	350	250
DQO	Mg/l O ₂	NR	NR
Sólidos en suspensión	Mg/l	182	400

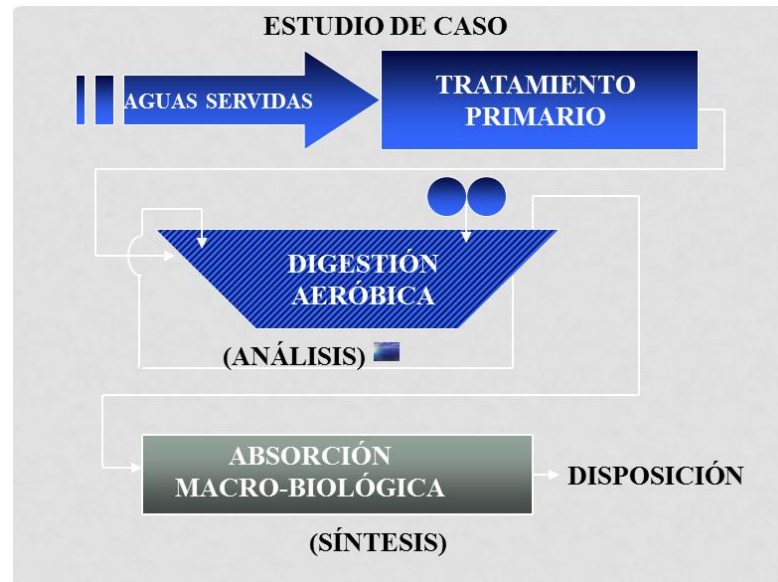
Fuente: elaboración propia.

3.2.2.2. Propuesta en el manejo de aguas residuales

En este apartado se recomienda la implementación de un tratamiento de aguas residuales. Al tomar la decisión del sistema más adecuado de acondicionamiento, tratamiento y disposición de las aguas residuales generadas en la empresa se consideraron las condiciones iniciales, condiciones del proceso y condiciones finales, tomando en consideración los siguientes aspectos:

- Racionalizar y optimizar el uso del agua
- Estudiar los circuitos por separado
- Minimizar el volumen y concentrar la carga
- Utilizar el agua en cascada
- Recircular mientras sea factible técnica y económicamente

Figura 7. Sistema de aguas residuales



Fuente: Consultores R.E. Ingeniería

Las características que el diseño de la planta ofrece son las siguientes:

- Construido con acero al carbono y revestido con pintura anticorrosiva.
- Auto soportable, montado sobre la superficie
- Módulo básico de 8m³
- Sistema de aireación de 1HP para procesar 5 GPM en forma continua

Beneficios:

- Reducción de carga de DBO5 hasta en un 85 %
- Reducción de carga de DQO hasta en un 90 %
- Reducción de sólidos suspendidos hasta de un 90 %
- No produce olores fétidos

Figura 8. **Planta de tratamiento de aguas residuales**



Fuente: Consultores R.E. Ingeniería.

3.2.3. Utilización de agua

El agua es un bien escaso que no se puede malgastar. El uso racional y eficiente del agua significa buscar un suministro eficiente y medido para evitar un desperdicio en el consumo del mismo para mantener el desarrollo sustentable, satisfaciendo en forma racional, las necesidades de la empresa y de la comunidad para mantener la conservación del medio ambiente.

Hacer un uso eficiente del agua implica utilizar tecnologías y prácticas mejoradas que proporcionan igual o mejor servicio con menos agua. Optimizar el uso del agua es algo más que llevar un estudio de la planta y la generación de reportes, deben ser alternativas de cambio con un enfoque holístico dentro del proceso de la planeación estratégica de la empresa.

Toda empresa que decida utilizar eficientemente el agua hoy, tendrá un ventaja competitiva frente a otras que han decidido no adoptar este cambio, por lo que una propuesta viable para el uso eficiente del agua debe priorizar las necesidad, establecer metas, niveles mínimos de desempeño y proyectar de manera adecuada un plan de acción que se adopte a la naturaleza de las operaciones de la empresa en función.

3.2.3.1. Ahorro en el consumo de agua

Se propone integrar el sistema de uso de agua potable y un sistema de aire comprimido a fin de poder aprovechar de mejor manera el uso racional del agua.

La bomba de elevación por aire comprimido aprovecha el aumento de la entrada de oxígeno en agua bajo presión, de tal manera que al momento de subir el aire, éste se utiliza para elevar y circular el agua.

La bomba que se desea implementar es una tubería de subida en la que se combina el fluido y el aire. El aire es introducido por la parte inferior de la tubería de subida en donde se combina con el fluido. El rendimiento de la bomba de elevación depende de dos factores:

- La longitud sumergida en relación con la altura geodésica.
- La velocidad del aire a través del fluido y la velocidad del medio a través de la bomba. Cuanto mayor sea la diferencia entre las respectivas velocidades del fluido y el aire, menor será el rendimiento global de la bomba.

De acuerdo al análisis presentado en el capítulo 2 en la tabla II el consumo actual del agua para lavado de áreas de producción, tanques y utensilios en general es de 3 metros cúbicos/día; con la implementación del sistema mencionado anteriormente se pretende reducir el consumo a 2 metros cúbicos/día.

Tabla VII. Análisis de aguas residuales

<p>Coordenadas Geogr. N 14° 43' 4.8" WO 91° 31' 29.0"</p> <p>Coordenadas UTM 15P 0658898 1627655</p> <p>Elevación 1166</p> <p>No. Punto Muestreo 10</p> <p>Período de Análisis 2do. Muestreo - Invierno (Agosto '12)</p> <p>Abreviación PNo.10</p>							
PARÁMETROS	DIMENSIONALES	LIMITES PARA AGUA RESIDUAL DESCARGADA A CUERPOS RECEPTORES PARA APLICACIONES GENERALES WBG/IFC²	LIMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA DESCARGAR A CUERPOS RECEPTORES, ACUERDO GUBERNATIVO 236-2006³				
			ACTUAL	a. 2011	a. 2015	a. 2020	a. 2024
pH (in situ)	UH	6 a 9	4.5	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9
Temperatura (in situ)	° C	<3	20.7	(+ / -) 7	(+ / -) 7	(+ / -) 7	(+ / -) 7
DBO	mg/L O2	50	350	250	100	100	100
DQO	mg/L O2	250	NR	NR	NR	NR	NR
Sólidos en Suspensión	mg/l	50	182	600	400	150	100
Aceites y Grasas	mg/l	10	51	50	10	10	10

¹Metología de análisis basados en: Standards Methods for the Examination of Water and Waste Water 20th Edition.

²Pollution Prevention and Abatement Handbook 1998

³Acuerdo Gubernativo No. 236-2006 (Gobierno de Guatemala)

NR: No reportado ND: No detectado A=Ausencia P=Presencia

Fuente: Empresa en estudio. Diciembre 2012.

3.2.4. Metodología y procedimientos de fabricación basado en Producción más Limpia

- Política de fomento para la Producción más Limpia

El objetivo de implementar una política de fomento para la producción más limpia es asegurar el compromiso a nivel institucional de todo el personal en pro del mejoramiento en la conservación del medio ambiente considerando los siguientes aspectos:

- Optimización del uso de los insumos, agua y energía eléctrica
- Reducción en el uso de insumos tóxicos
- Reducción de las emisiones tóxicas que pueda generar el proceso productivo.
- Campaña de reciclaje a nivel interna como externa
- Reducción del impacto ambiental generado por el manejo de los productos en todas las etapas del proceso productivo

Por lo tanto la política de la producción más limpia que se propone es la siguiente:

Figura 9. Política de fomento de la Producción más Limpia

**EN NUESTRA EMPRESA
TENEMOS UN COMPROMISO:**



“La satisfacción del cliente por medio de la entrega de productos que garanticen la reducción del impacto ambiental de manera responsable, generando procesos de producción más limpios utilizando de forma eficiente la energía y el agua, apoyando de ésta manera el desarrollo de la gestión ambiental preventiva.”

Fuente: elaboración propia.

- Buenas prácticas de manejo

Se refieren a un tipo de medidas relacionadas con la prevención de la pérdida de materias primas, la reducción de residuos, el ahorro del agua y energía, y el mejoramiento de la gestión de la empresa.

Para llevar a cabo estas prácticas se recomienda:

- A. Fomentar una cultura organizacional, generar un cambio de actitud en todos los puestos y niveles de la organización a fin de crear una cultura productiva que optimice sus recursos y promueva la conservación del medio ambiente.
- B. Sensibilización al problema, es decir concientizar a todos los empleados de los beneficios de practicar una Producción más Limpia.
- C. Difusión de la información dando a conocer los resultados que se han obtenido al implementar las buenas prácticas del manejo.
- D. Acciones simples iniciando con una actitud responsable de manera individual frente al mantenimiento y mejora continua de los nuevos cambios en las buenas prácticas del manejo.

3.3. Propuesta de cambio en el proceso de Aseguramiento de Calidad

Este departamento como su nombre lo indica, es el encargado de mantener la calidad de todo el proceso productivo realizando análisis en su etapa pre, durante y post operación. En el desarrollo de las actividades del mismo se emplean ciertos materiales para realizar las pruebas que al momento

no han tenido un procedimiento de descarte adecuado por lo que representa un riesgo para el trabajador y para el medio ambiente, ya que los dispositivos utilizados son desechados directamente como material sólido, por lo que se ha investigado y recomendado la forma correcta del procedimiento de descarte y el tipo de contenedores adecuados para los desechos punzocortantes generados en esta área.

3.3.1. Propuesta de tratamiento de desechos de laboratorio

Para probetas y tubos de ensayos se recomienda la implementación de contenedores para desechos punzocortantes los cuales se utilizan para la separación de desechos sólidos.

Se recomienda que el material de los mismos cumpla con las siguientes características:

- Elaborados con polietileno de baja densidad o polipropileno de alta resistencia.
- Identificados con un color que indica una señal de peligro.
- Señalización del contenedor mediante una etiqueta que indique el tipo de material que se está descartando, en éste caso: probeta o tubo de ensayo.
- Preferiblemente con una tapadera transparente para verificar el volumen ocupado y que cuente con un dispositivo de ensamble fácil y seguro y que su cierre sea permanente.

- Que cuente con un dispositivo de seguridad para evitar la salida de los punzocortantes si se diera el caso de que un contenedor llegara a caerse.

Existen empresas dedicadas a la recolección y tratamiento de éste tipo de desechos, por lo que se podría subcontratar los servicios de estas empresas ya que ellos proporcionan un certificado que ampara a la empresa en el uso y manejo adecuado de desechos contribuyendo a la salud y al medio ambiente.

Figura 10. **Contenedores de desechos punzocortantes**



Fuente: contaminación.conocimientos.com.ve. Consulta: diciembre 2012.

3.3.2. Metodología y procedimiento de desechos de laboratorio

- Política del manejo adecuado de desechos de laboratorio

El objetivo de implementar una política del manejo adecuado de la cristalería generada por el uso de probetas y tubos de ensayo es fomentar la protección a la salud de los colaboradores y del medio ambiente considerando los siguientes aspectos:

- Conservar la integridad física y salud de los colaboradores al contar con el manejo adecuado de desechos.
- Reducción del impacto ambiental generado por el manejo de las probetas y tubos de ensayo.

Por lo tanto la política del manejo adecuado de desechos generados por el uso de probetas y tubos de ensayo que se propone implementar es:

Figura 11. Política de manejo adecuado de cristalería

**EN ASEGURAMIENTO DE
CALIDAD TENEMOS UN
COMPROMISO:**



“Fomentar el trabajo integral, la conservación del medio ambiente y la seguridad de los colaboradores a través de la práctica responsable del manejo de desechos punzocortantes”

Fuente: elaboración propia.

- Buenas prácticas del manejo

Se refieren a un tipo de medidas relacionadas con la prevención de la contaminación del ambiente y de los riesgos en la salud de los colaboradores que manejan probetas y tubos de ensayo en el área designada dentro de la empresa.

Para llevar a cabo estas prácticas se recomienda:

- Verificar si el contenedor cumple con las características mínimas de seguridad como el ensamble seguro de la tapadera, paredes resistentes del envase, resistencia a los impactos o caídas.
- Verificar todas las partes que ensamblar el contenedor.
- Que estén ubicados en un área designada con la señalización correspondiente.
- Verificar la capacidad del contenedor, de tal manera que no sea excedido el volumen de llenado.
- Transportar de forma segura el contenedor cuando sea necesario ubicarlo en otra área.
- Tener un stock de contenedores en existencia para prevenir el almacenaje de los tubos y probetas en otro recipiente que no sea el autorizado.

3.4. Capacitación al personal de manufactura

Las capacitaciones propuestas serán de importancia para que el personal de manufactura conozca los cambios propuestos, minimizar la resistencia al cambio y reforzar el compromiso hacia la protección del medio ambiente y mejora continua.

3.4.1. Legislación ambiental

La empresa en estudio como cualquier otra entidad establecida en la República de Guatemala debe conocer, respetar y cumplir las leyes relacionadas con el medio ambiente. Estas leyes deben ser puestas en práctica por cada uno de los colaboradores para que trabajando en equipo sean cumplidas a cabalidad.

Tabla VIII. **Programa de capacitación para colaboradores en temas de legislación ambiental**

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN PARA COLABORADORES EN TEMAS DE LEGISLACIÓN AMBIENTAL

Duración: 6 horas Fecha de inicio: Fecha de finalización:

Sesión	Contenido	Métodos	Recursos
Primer Módulo (2 horas)	GESTION AMBIENTAL 1. Definición 2. Clasificación de la Legislación Ambiental 3. Compromiso de la empresa en pro de la conservación del medio ambiente	Proyección de video corporativo Integración de grupos para analizar las ventajas competitivas de la empresa frente a los cambios propuestos para el mejoramiento y conservación del medio ambiente.	Video Cañonera Pizarrón acrílico Marcadores
Segundo Módulo (2 horas)	GESTION GUATEMALTECA 1. Clasificación de la Legislación Ambiental 2. Legislación ambiental a nivel nacional 3. Estudio de casos	Exposición Magistral Elaboración grupal de <u>feedback</u>	Video Cañonera Pizarrón acrílico Marcadores Hojas Lápices
Tercer Módulo (2 horas)	CONVENIOS Y TRATADOS INTERNACIONALES AMBIENTALES RATIFICADOS POR GUATEMALA 1. Historia 2. Declaraciones internacionales de protección ambiental. 3. Desechos peligrosos y contaminantes persistentes. 4. Principales instrumentos internacionales ambientales.	Entrega de material de apoyo. Desarrollo de la disertación.	Video Cañonera

Fuente: elaboración propia.

3.4.2. Producción más Limpia

Para aplicar la Producción más Limpia como una estrategia enfocada a la protección del medio ambiente y a la mejora en los procesos productivos, es de vital importancia que los colaboradores conozcan sus principios, ventajas y modelos a seguir para la implementación.

Tabla IX. **Programa de capacitación para colaboradores en Producción más Limpia**

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN PARA COLABORADORES EN PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

Duración: 6 horas Fecha de inicio: Fecha de finalización:

Sesión	Contenido	Métodos	Recursos
Primer Módulo (2 horas)	EDUCACIÓN EN PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA 1. Ejercicios Preliminares 2. Definición 3. Contaminación y su prevención 4. Reciclaje, Reuso y Recuperación 5. Mejoras técnicas disponibles 6. Disposición final de residuos	Exposición Cuestionario: Industria y Medio Ambiente Ejercicio: Identificación de procesos alternativos para Integración de grupos para retroalimentar los temas de la exposición.	Video Cañonera Pizarrón acrílico Marcadores Laptop Hojas Lápices
Segundo Módulo (2 horas)	PRINCIPIOS Y BASES PARA LA PRACTICA DE LA P+L 1. Concepto de insumo 2. Distinción entre residuo y desecho 3. Bases para la práctica de la producción más limpia	Exposición Magistral Integración de grupos para relacionar los conceptos con las áreas de mejora dentro de la empresa.	Video Cañonera Pizarrón acrílico Marcadores Hojas Lápices
Tercer Módulo (2 horas)	DESARROLLO DEL PROGRAMA DE P+L 1. Creación de la base del programa de producción más limpia. 2. Preparación del diagnóstico situacional de la empresa 3. Estudio detallado de las operaciones de la empresa 4. Identificación de las áreas de riesgo	Entrega de material de apoyo. Desarrollo de la disertación.	Video Cañonera

Fuente: elaboración propia.

3.4.3. Medio ambiente

Un proceso de concientización para el cuidado del medio ambiente, incluye desde conceptos generales sobre el tema, analizar los riesgos y efectos negativos que se puede tener en las futuras generaciones hasta un despliegue de la estrategia a seguir para garantizar que las propuestas de cambio sean alcanzadas.

Tabla X. **Programa de capacitación para colaboradores en medio ambiente**

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN PARA COLABORADORES EN MEDIO AMBIENTE

Duración: 6 horas Fecha de inicio: Fecha de finalización:

Sesión	Contenido	Métodos	Recursos
Primer Módulo (2 horas)	EL PATRIMONIO Y SU IMPORTANCIA PARA EL MEDIO AMBIENTE 1. Concepto de patrimonio 2. Concepto de medio ambiente 3. La crisis ambiental actual y su repercusión para futuras generaciones 4. Importancia de la conservación del medio ambiente	Exposición Video de reflexión.	Video Cañonera Pizarrón acrílico Marcadores Laptop Hojas Lápices
Segundo Módulo (2 horas)	BUENAS PRACTICAS AMBIENTALES 1. Manejo de materiales 2. Manejo de desechos sólidos y de laboratorio 3. Utilización del agua 4. Implementación de procesos de fabricación basados en producción más limpia	Exposición Magistral <u>Focus Group</u>	Video Cañonera Pizarrón acrílico Marcadores Hojas Lápices
Tercer Módulo (2 horas)	ESTRATEGIA CORPORATIVA DE MEDIO AMBIENTE 1. Monitoreo, datos e indicadores 2. Materiales de comunicación 3. Evaluación y retroalimentación	Entrega de material de apoyo. Desarrollo de la disertación.	Video Cañonera

Fuente: elaboración propia.

3.5. Costos totales de la implementación

A continuación se establece una tabla con los costos detallados en que se debe incurrir para la implementación del sistema. Se considera también la frecuencia y el método empleado para el cálculo de cada uno de ellos.

Tabla XI. Costos totales de la implementación

Insumo	Costo	Frecuencia
Montacargas eléctrico	Q 63 200,00	Instalación: una sola vez
Tarimas Robustas 100 tarimas	Q 28 000,00	Anual
Carretillas de metal	Q 10 800,00	Instalación: una sola vez
Planta de tratamiento de aguas residuales	Q 130 000,00	Instalación: una sola vez
Planta de tratamiento de aguas residuales	Q 800,00	Mensual
Instalación de manguera con aire	Q 2 000,00	Instalación: una sola vez
Contenedores para desechos punzocortantes	Q 150,00	Trimestral

Fuente: elaboración propia.

Detalle de los cálculos:

- Montacargas eléctrico

Costo de adquisición	=	USD\$ 23 000,00
(-)Valor de rescate equipo anterior	=	<u>USD\$ 15 000,00</u>
Total de inversión	=	USD\$ 8 000,00

Utilizando una tasa de cambio de Q7,90 x USD\$ 1,00 se tiene que el costo de instalación del equipo asciende a Q63 200,00

- Tarimas Robustas

$$(100 \text{ tarimas/año})(Q280,00) = Q 28 000,00$$

- Carretillas de metal

$$(6 \text{ carretillas})(Q1 800,00) = Q10 800,00 \text{ anual}$$

- Planta de tratamiento de aguas residuales

Instalación	Q130 000,00
Mantenimiento Preventivo	Q 800,00

- Contenedores para desechos punzocortantes

1 contenedores de 8 litros Q. 150,00 al mes

3.6. Análisis financiero

A continuación se realizará el análisis financiero de las propuestas de más relevancia del uso adecuado de materiales y desechos del presente trabajo, para lo cual se desarrollará un análisis de valor presente neto.

Se procederá a aplicar y analizar la siguiente fórmula del valor presente neto:

$$VPN = (Ingresos)(USPWF) - Costos de instalación - (Egresos)(USPWF)$$

$$USPWF = \frac{(1 + i)^n - 1}{i * (1 + i)^n}$$

A. Planta de tratamiento de aguas residuales

- Instalación, compra de la planta de tratamiento de aguas residuales Q 130 000
- 00
- Ingresos

Reducción del consumo de agua de 3m³ a 2m³/día para lo cual se estipula un consumo de 44m³/mes tomando 22 días laborales de trabajo es equivalente a 528m³/año por lo tanto:

$$\text{"Ingresos} = (528\text{m}^3/\text{año})(Q3.44/\text{m}^3)\text{"}^3$$

$$\text{Ingresos} = Q1\ 816,32/\text{año}$$

³ Tomado de los valores de Tasa Municipal del municipio de Mixco.

- Egresos

Costos de químicos utilizados y consumo de energía eléctrica

Químicos: (Q800,00/mes) (12meses) = Q9 600/año

Electricidad: (Q1 000,00/mes) (12meses) = Q12 000,00/año

- Tiempo de análisis es de 5 años en relación al tiempo de depreciación.
- Tasa de préstamo bancario del 15%

$$\text{USPWF} = \frac{(1 + 0.15)^5 - 1}{0.15 * (1+0.15)^5}$$

$$\text{USPWF} = \frac{1.011357188}{0.301703578}$$

$$\text{USPWF} = 3.352155098$$

Valor presente neto = (Ingresos * USPWF) - Costos Instalación - (Egresos * USPWF)

Valor presente neto = (1,816.32*3.352155098) – 130000,00 - (21,600.00*3.352155098)

Valor presente neto = Q (196 317,96)

B. Mejora en el desperdicio de cajas de cartón

- Instalación, compra de una carretilla metálica para estibado y traslado de producto terminado Q10 800,00
- Ingresos Q11 700 por año
- Egresos

La depreciación y mantenimiento de la carretilla de metal.

Depreciación = (Q10 800,00) (20%) = Q2 160,00/año

Mantto. = Q1 000,00/año

- Tiempo de análisis es de 5 años en relación al tiempo de depreciación.
- Tasa de préstamo bancario del 14%

$$\text{USPWF} = \frac{(1 + 0.14)^5 - 1}{0.14 * (1+0.14)^5}$$

$$\text{USPWF} = \frac{0.925414582}{0.269558042}$$

$$\text{USPWF} = 3.433080969$$

$$\begin{aligned} \text{Valor presente neto} &= (\text{Ingresos} * \text{USPWF}) - \text{Costos Instalación} - (\text{Egresos} * \text{USPWF}) \\ &= (11\,700,00 * 3.433080969) \quad - \quad 10\,800,00 \quad - \end{aligned}$$

$$\text{Valor presente neto} = (3\,160.00 * 3.433080969)$$

$$\text{Valor presente neto} = \text{Q.18 518,51}$$

C. Manguera con aire comprimido

- Instalación de manguera con aire comprimido Q 2 000,00
- Ingresos

Reducción del consumo de agua a 1m³/día equivalente a 22m³/mes tomando 22 días laborales de trabajo para hacer un total de 264m³/año por lo tanto:

$$\text{"Ingresos} = (264\text{m}^3/\text{año})(\text{Q}3.44/\text{m}^3)\text{"}^4$$

$$\text{Ingresos} = \text{Q}908,16/\text{año}$$

- Egresos

Mantenimiento y energía eléctrica para un consumo anual de Q250,00

- Tiempo de análisis es de 5 años en relación al tiempo de depreciación.
- Tasa de préstamo bancario del 14 %

$$\text{USPWF} = \frac{(1 + 0.14)^5 - 1}{0.14 * (1+0.14)^5}$$

$$\text{USPWF} = \frac{0.925414582}{0.269558042}$$

$$\text{USPWF} = 3.433080969$$

$$\text{Valor presente neto} = \frac{(\text{Ingresos} * \text{USPWF}) - \text{Costos Instalación} - (\text{Egresos} * \text{USPWF})}{}$$

⁴ Tomado de los valores de Tasa Municipal del municipio de Mixco.

	(908.16*3.433080969)	-	2,000.00	-
Valor presente neto =	(250.00*3.433080969)			

Valor presente neto = Q.259,52

Conclusión:

De acuerdo al resultado obtenido en el cálculo del VPN de la planta de tratamiento de aguas residuales se puede observar que proyecta un resultado negativo por lo que financieramente no es viable, sin embargo se debe considerar como una propuesta de beneficio social hacia los empleados de la empresa y de la comunidad misma, ya que contribuye a la conservación del medio ambiente. Los beneficios extras que puede tener este proyecto se reflejan en la aceptación a nivel nacional e internacional de la empresa por contar con procedimientos de una cultura responsablemente ambiental.

En los otros dos resultados del VPN claramente reflejan que si es viable financieramente hablando la puesta en marcha de este proyecto.

Como beneficios extras se puede mencionar que al comparar las tarifas de uso convencional (400xQ80.00c/u=Q32 000,00/año) Vrs. Las tarifas robustas (Q28 000,00/año) se genera un ahorro anual de Q4 000,00/año.

4. IMPLEMENTACIÓN

4.1. Cronograma de desarrollo de propuesta de mejora (diagrama de Gantt)

Previo a definir el lineamiento para la implementación del proyecto se establece un programa para definir el tiempo de duración de cada actividad a realizar. Esto permitirá que la ejecución de las actividades sea realizada en la fecha establecida y con el orden esperado.

Figura 12. Cronograma de desarrollo de propuesta de mejora

No.	Actividad	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5	
		Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2
1	Diagnóstico Situacional	■																	
2	Cotización de tarimas robustas		■																
3	Cotización de carretones de metal		■																
4	Cotización de montacargas		■																
5	Cotización de planta de tratamiento de aguas		■																
6	Cotización de carretones de metal		■																
7	Implementación de nuevas tarimas			■															
8	Cambio de montacargas			■															
9	Implementación de carretones de metal			■															
10	Instalación de botes de basura clasificados				■														
11	Instalación de la bomba por aire comprimido					■													
12	Descartadores de materiales punzocortantes						■												
13	Construcción de planta de tratamiento de aguas							■											
14	Capacitación en Legislación Ambiental								■										
15	Capacitación en Producción Más Limpia									■									
16	Capacitación en Medio Ambiente										■								
17	Campaña de concientización																	■	

Fuente: elaboración propia.

4.2. Lineamientos para la implementación del proyecto

- A. Obtención de fondos para cubrir las inversiones explicadas en la tabla VII del capítulo anterior. Se solicitará la autorización a Gerencia para realizar éstos cambios, emitir cheques, realizar compras y poner en marcha los cambios sugeridos.

- B. Preparación del plan de Producción más Limpia.
Para lo cual se designará a un comité y jefe responsable que se encarguen de elaborar la guía, publicarla y verificar su aplicación, así como la definición de tiempos de inicio y fin de cada una de esas actividades.

- C. Las opciones de las nuevas implementaciones de procesos de producción más limpia van enfocados a Aseguramiento de la calidad y Bodega en donde se contempla el reemplazo de montacargas, de tarimas, carretillas de metal, utilización adecuada del agua y manejo correcto de desechos por manejo de probetas y tubos de ensayo. Esto requiere a la vez una capacitación periódica para que los empleados vayan asumiendo e implementando los cambios de forma regular.

- D. Supervisar y evaluar el avance. La persona encargada junto con el comité designado deberán realizar visitas periódicas a las áreas para rectificar que los cambios propuestos en el plan de producción más limpia se lleven a cabo, de lo contrario deberán realizar las acciones correctivas pertinentes como capacitaciones más frecuentes para lograr el compromiso de los empleados en pro de la mejora de las operaciones de la empresa al aplicar procesos de Producción más Limpia.

4.3. Definición de niveles de responsabilidad

Se utilizará el diagrama tipo RACI para la asignación de responsabilidades debido a la versatilidad que tiene para designar tareas en cuatro tipos de participantes de la responsabilidad, asegurando de ésta manera el logro de los componentes del programa de la Producción más Limpia. El significado de cada letra se describe a continuación:

Responsable (R)

Aquellos recursos que hacen el trabajo para lograr la tarea.

Aprobador (A)

Es aquella persona que rinde cuentas sobre el proyecto, es la autoridad final de la aprobación.

Consultado (C)

Aquellos colaboradores que no están directamente implicados en el desarrollo del proyecto, pero que se les solicitará opiniones.

Informado (I)

Colaboradores que se deben encontrar actualizados con los avances del proyecto, generalmente cuando se entregue el proyecto final.

A continuación se define la matriz de responsabilidades de la empresa en estudio:

Tabla XII. **Diagrama RACI**

DIAGRAMA RACI				
Colaborador	Etapa del Proyecto P+L			
	Definir	Diseñar	Desarrollar	Aprobar
Gerente General	A	I	I	A
Gerente de Manufactura	A	I	I	A
Supervisor de producción	R	C	R	R
Encargado de Mantenimiento	R	R	C	C
Aseguramiento de Calidad	R	R	R	C
Encargado de Logística	C	C	C	C
Bodeguero	C	R	R	C
Operarios	R	R	R	R
Gerente de Finanzas	I	I	I	A
Gerente de Recursos Humanos	C	I	I	A

R=Persona Responsable

A=Persona que rinde cuentas

C=Persona Consultada

I=Persona Informada

Fuente: elaboración propia.


4.4. Documentación y registros de control

Todo proceso nuevo necesita la documentación y control necesarios que validen frente a sus clientes el manejo responsable de la empresa con los desechos y/o contaminantes generados en toda la etapa del proceso productivo a fin de mantener un ciclo continuo de estándares y procedimientos en pro de la Producción más Limpia.

A continuación se muestran los formatos sugeridos para el control de las buenas prácticas de Producción más Limpia.

Figura 13. Control de la implementación de Producción más Limpia

CONTROL DE LA IMPLEMENTACIÓN DE PRODUCCIÓN MAS LIMPIA



Nombre de la Empresa: _____

Dirección: _____

Responsable de la verificación: _____

Fecha: _____

Tipo de Práctica	Área del proceso en que se implementa	Fecha de verificación		Eficiente		Observaciones
		Si	No	Si	No	

Fuente: elaboración propia.


Figura 14. Control del uso del agua

CONTROL DEL USO DEL AGUA

Nombre de la Empresa: _____

Dirección: _____

Responsable de la verificación: _____



Fecha	Punto de salida del agua	Punto de inspección (entrada/salida)	Valor Ideal	Valor Actual	Problema encontrado

Fuente: elaboración propia.

Figura 15. Manejo del desecho de probetas y tubos de ensayo


MANEJO DEL DESECHO DE PROBETAS Y TUBOS DE ENSAYO

Nombre de la Empresa: _____

Dirección: _____

Responsable: _____

Fecha de certificado: _____



**PRODUCCIÓN
MAS LIMPIA**

Fecha de recolección	No. de Recibo	Peso de materiales descartados (kg)	Observaciones

Fuente: elaboración propia.

Figura 16. Análisis de aguas residuales

ANÁLISIS DE AGUAS RESIDUALES

Coordenadas Geográficas: _____

Coordenadas UTM: _____

Elevación: _____

Período de análisis: _____


Parámetros	Dimensionales	MUESTRA #						Observaciones
		1	2	3	4	5	6	
pH (in situ)	UH							
Temperatura (in situ)	° C							
DBO	mg/L O2							
DQO	mg/L O2							
Sólidos en Suspensión	mg/l							
Aceites y Grasas	mg/l							

Metología de análisis basados en: Standards Methods for the Examination of Water and Waste Water 20th Edition.
#Pollution Prevention and Abatement Handbook 1998
*Acuerdo Gubernativo No. 236-2006 (Gobierno de Guatemala)
NR: No reportado **ND:** No detectado **A:** Ausencia **P:** Presencia

Fuente: elaboración propia.

Figura 17. Plan de capacitación y reuniones en Producción más Limpia

**Plan de Capacitaciones y Reuniones en
Producción más Limpia**



Actividad	Frecuencia	Participantes
Legislación Ambiental	Anual	Gerencia y Manufactura
Manejo adecuado del agua	Trimestral	Supervisores, Operarios, Mantenimiento, Aseguramiento de calidad
Manejo adecuado de m.p.	Semestral	Manufactura
Manejo adecuado de cargas	Semestral	Manufactura
Planta de tratamiento de aguas residuales	Semestral	Gerencia y Manufactura
Desecho de materiales punzocortantes	Semestral	Aseguramiento de calidad

Fuente: elaboración propia.

Figura 18. **Formato para control de tratamiento de aguas residuales**

INDICADOR	
Tratamiento de Aguas Residuales	
AREA	Fecha de Registro
Agua	
Aspecto / Parámetro analizado:	
Depuración de aguas residuales	
Descripción del indicador	
El caudal de aguas residuales depuradas muestra el volumen de agua que es depurada tras su utilización	
Ambito Territorial:	
Comunidad de Mixco	
Relevancia ambiental:	
La depuración de aguas residuales reduce el impacto debido a la contaminación del recurso durante su uso, favoreciendo la capacidad de autodepuración del medio natural y permitiendo una nueva utilización de las aguas empleadas en actividades no consuntivas.	
Método de cálculo:	
Los datos se toman directamente de la fuente	
Representación del Indicador	
Unidad de medida	
Hectómetros cúbicos por semestre (hm ³ /semestre)	
Objetivos:	
Perioricidad	Fecha de captura de datos:
Semestral	
Fuente de información	
Referencias Legales:	
Acuerdo gubernativo No. 236-2006: Reglamento de las descargas y re uso de aguas residuales y de la disposición de lodos.	
Observaciones:	

Fuente: elaboración propia.

4.5. Retroalimentación a través de reuniones periódicas

Se sugiere que la empresa tenga a la vista un plan de capacitaciones y reuniones periódicas a fin de mantener una educación constante, concientización y manejo responsable de todos los insumos utilizados por los colaboradores de la empresa para fomentar y mantener una cultura de Producción más Limpia. En el anexo 5 se muestra un plan inicial de capacitaciones en temas de interés que puede ser implementado inicialmente para luego enriquecerlo con las experiencias y recomendaciones que Gerencia General considere necesarios.

Esta parte puede ser complementada con la cultura de incentivar a aquellos empleados que muestren el compromiso adquirido y tengan una práctica constante del nuevo programa a implementar, así aquellos empleados que motiven a otros compañeros a ser responsables frente al medio ambiente.

4.6. Etapa de análisis y medición al tratamiento de desechos en planta de manufactura

Las mediciones de caudales en las corrientes de aguas residuales pueden llevarse a cabo mediante los siguientes métodos propuestos:

- A. Instalación de vertederos o canales Parshall para medición de caudales en canales abiertos o alcantarillados parcialmente llenos.
- B. Métodos de llenado de recipientes adecuados para caudales pequeños o descargas intermitentes.
- C. Estimación de los caudales de bombeo y duración de los mismos. El caudal se estima a partir de las características de las bombas.

- D. Cronometrando el desplazamiento de un objeto flotante entre dos puntos fijos a lo largo de su recorrido. Este método se aplica para alcantarillados parcialmente llenos.
- E. Examen de los registros de uso de agua de la planta, tomando en cuenta las pérdidas de agua en el producto debido a la evaporación. Este método se utiliza cuando se desean realizar evaluaciones aproximadas.

Cuando se realiza el muestreo para su posterior análisis se sugieren dos tipos de muestras:

A. Muestra simple

Refleja las características del agua residual en el momento en que se toma la muestra la cual debe estar entre 1 y 2 litros y se utilizan cuando:

- El caudal de agua residual y su composición es relativamente constante
- El flujo de agua residual es intermitente
- Cuando las muestras compuestas pueden ocultar condiciones extremas de las aguas residuales en pH y temperatura.

B. Muestra compuesta

Son aquellas formadas por la integración de diferentes muestras individuales tomadas en diferentes momentos. La cantidad de cada muestra individual que se añade a la mezcla compuesta debe ser proporcional al flujo de caudal en el momento en que la muestra fue tomada.

5. SEGUIMIENTO

5.1. Medición periódica de beneficios ambientales adquiridos

Conforme se vaya desarrollando y tomando forma el proyecto, se deberá pensar en establecer indicadores de inversiones ambientales, que puedan dar una idea de las medidas económicas y financieras que ha tomado la empresa para reducir la contaminación generados por los procesos que realiza y que a su vez reflejan el impacto en la calidad ambiental del entorno.

Es necesario registrar todas aquellas actividades que contribuyen a generar cambios en la gestión ambiental de la empresa, ya que incide en el mejor mantenimiento de los equipos como es el caso de la implementación del montacargas eléctrico propuesto en éste trabajo de graduación.

La sustitución de las cajas de cartón por carretillas de metal para el estibado del producto de en presentación de galón es otra alternativa de cambio que disminuye el riesgo al medio ambiente.

En el caso del agua, el aprovechamiento del uso de la misma mediante la implementación de la manguera con aire comprimido es otra mejora que permite medir los metros cúbicos de agua consumidos.

Todos estos cambios deben realizarse de manera periódica y la medición se debe verificar en el grado de impacto ambiental que la empresa está ocasionando. Con las alternativas de cambio tanto la empresa como el entorno son beneficiados.

5.2. Medición periódica de beneficios económicos del proyecto

Los costos iniciales relacionados a los cambios en algunas partes del proceso analizados y desarrollados en base a la normativa de la Producción más Limpia, deben tomarse como una inversión.

Los cambios sugeridos y puestos en marcha generarán, en base a un período de tiempo analizado beneficios económicos por:

- Optimización del tiempo de limpieza de la planta de producción.
- Aprovechamiento de la materia prima y por ende baja en los costos de adquisición de la misma.
- Eliminación de la compra de cajas de cartón que se han utilizado hasta la fecha para el almacenamiento de los galones de producto químico ya que se propone la instalación de carretones de metal.
- Baja en los costos por consumo de agua potable.
- Mayor apertura en la cartera de clientes por ser una empresa responsable ambientalmente.

5.3. Cumplimiento de acuerdos gubernativos y leyes ambientales por período entre el 2012 y 2025

La empresa está comprometida a implementar acciones en pro del mejoramiento ambiental, por ello el interés en la puesta en marcha de los

procedimientos de la Producción más Limpia, trabajo que sugiere la ejecución de acciones de corto y mediano plazo.

En armonía con la conservación del medio ambiente, la empresa en estudio tiene la visión de convertirse en una organización más competitiva a nivel nacional e internacional, buscando y desarrollando de manera continua estrategias para la aplicación de los acuerdos gubernativos y leyes ambientales aplicados a la industria química, los cuales son:

- Ley de Educación Ambiental (decreto número 38-2010)
- Acuerdo Ministerial número 147
- Acuerdo Ministerial número 239-2005
- Acuerdo Gubernativo número 236-2006
- Decreto número 4-89
- Decreto número 68-86

El grado de avance del cumplimiento constante de estas leyes dependerá grandemente de los esfuerzos logrados por la empresa y de los colaboradores para darle vida al proyecto, por ello se establecen los siguientes fundamentos del proceso de competitividad:

- Continuidad: es importante que las acciones realizadas en la empresa trasciendan, independientemente de los actores políticos y económicos que actúan en nuestro entorno.
- Compromiso: a nivel organizacional haciendo partícipes a todos los colaboradores de la empresa, desde los altos mandos hasta la parte operativa de la misma.

- Amplitud: permitir la ampliación y flexibilidad de incorporar nuevas mejoras al programa inicial.
- Valores: que a través del liderazgo responsable de los diferentes mandos se puedan fomentar y poner en práctica el trabajo en equipo, la responsabilidad, honestidad y compromiso.
- Diálogo: la comunicación constante entre los diferentes departamentos se pueda mantener buenas relaciones laborales en pro del beneficio de toda la organización.

5.4. Incentivo ambiental de acuerdo a indicadores obtenidos

A través de un indicador ambiental se refleja la incidencia a aumentar o controlar los riesgos sobre el medio ambiente. Los indicadores proporcionan información concisa y sustentada de manera comprensible que permite realizar un correcto proceso en la toma de decisiones en cuanto a:

- Protección y seguridad del empleado
- Bienestar a nivel organizacional
- Aprovechamiento racional de los recursos
- Conservación integral del medio ambiente

A continuación se muestran algunos indicadores que se pueden implementar por la revisión de los resultados obtenidos y elaboración de planes de acción correctivos de ser necesarios.

- Indicador de reducción en el consumo de agua = m^3 agua consumido/kg producidos; m^3 de agua reutilizada en el proceso de producción/ m^3 consumidos.
- Indicador de aguas residuales= Caudal de agua depurada hm^3 /semestre (ver anexo 6).
- Indicador de número de personal capacitado en P+L= Número de empleados capacitados en P+L/Número de empleados totales
- Indicador de departamentos documentados en P+L= Número de departamentos que cuentan con la documentación en P+L/Número total de departamentos en la empresa
- Indicador de descarte de objetos punzocortantes= kg de desechos descartados/kg de desechos producidos.

A través del análisis y discusión de los resultados obtenidos la alta gerencia podría decidir la implementación de promociones para los empleados con el objetivo de motivarlos a crear y crecer en una cultura más limpia en beneficio no solamente de ellos mismos sino de su comunidad.

Se proponen como algunos incentivos:

- Mejorar la relación a nivel departamental entre colaboradores y jefe inmediato para promover una buena comunicación, actitud y compromiso frente a los cambios de los procesos en pro de una producción más limpia.
- Implementar retos a nivel interdepartamental para desarrollar y promover la creatividad en el alcance de los objetivos y metas de la producción más limpia de la empresa.

- Incentivos económicos por departamento que contribuya más a mantener procesos de Producción más Limpia.
- Capacitación constante.

CONCLUSIONES

1. De acuerdo al estudio realizado se han identificado las áreas de bodega, producción y aseguramiento de la calidad como los departamentos que actualmente tienen mayor impacto en la contaminación del medio ambiente por lo que se han realizado varias propuestas para la minimización de riesgos en la salud de los empleados y de la comunidad.
2. Actualmente la empresa en estudio cuenta con el EIA (Estudio de Impacto Ambiental) avalado por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales por lo que la integración de procesos en Producción más Limpia van a contribuir a eficientizar los procesos.
3. Al aplicar Producción más Limpia a los subprocesos de bodega, manufactura y aseguramiento de calidad se propone el cambio en el sistema actual de agua utilizado para limpieza del área de producción, cambio en el tipo de montacargas empleado, cambio de tarimas para estibado de producto y el manejo adecuado de los desechos generados en el uso de probetas y tubos de ensayo.
4. En la propuesta de cambios para los subprocesos de bodega, manufactura y aseguramiento de calidad se mejorará el aprovechamiento de los recursos e insumos utilizados en cada sub-proceso como el consumo de agua, eliminación de gasolina, minimización de riesgos por lesiones en el manejo de desechos punzocortantes y disminución de desperdicio por material tipo cartón.

5. La educación en sistemas de reciclaje como la implementación de un sistema adecuado en el manejo de aguas residuales, son métodos propuestos para el tratamiento para los desechos orgánicos e inorgánicos, con la finalidad de lograr la protección del medio ambiente.
6. Cada actividad que integra los procedimientos de la Producción más Limpia son organizados mediante un cronograma, con el objetivo de ordenar y planificar la implementación de los métodos y actividades propuestas.
7. El uso de indicadores ambientales y uso de formas para recolectar datos confiables de medición son herramientas que complementan el seguimiento de la implementación para evidenciar las mejoras alcanzadas.

RECOMENDACIONES

1. Crear una cultura de compromiso a nivel de toda la organización para que todos se sientan integrados al nuevo proceso de cambio, para lo cual se necesita el apoyo de alta gerencia y de recursos humanos para realizar las actividades pertinentes como anuncios por escrito o por medio del micrófono, creación de un slogan, pizarras informativas de los avances y logros de cada procesos en donde se esté implementando la Producción más Limpia, etc.
2. Mantener e impulsar los valores de la empresa en pro del alcance de los beneficios de una Producción más Limpia. La práctica de responsabilidad, trabajo en equipo, honestidad y compromiso son factores claves que permiten alcanzar en menor tiempo los objetivos y metas de una cultura ambiental.
3. Permitir la participación libre de los empleados a fin de tomar las ideas y sugerencias que pueden surgir antes, durante y después de haber implementado los procesos de una Producción más Limpia. Cualquier idea por muy simple que parezca debe ser tomada en cuenta, puede ser la base de un mejor proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

1. CARRETO, Julio. *Misión, Visión, Objetivos y Valores en una organización* [en línea]. [ref. julio de 2008]. Disponible en web: <http://uproimplantasist.blogspot.com/2008/07/misin-visin-objetivos-y-valores-en-una.html>.
2. CPTS. *Guía Técnica General de Producción Más Limpia*. La Paz, Bolivia: PGD Impresiones, 2005. p. 49.
3. FRANCES, A. Conceptos Básicos de Estrategia. En: *Estrategia y planes para la empresa con el cuadro de mando integral*. México: Pearson, 2006. p. 46.
4. Guatemala. Congreso de la República. *Ley de Áreas Protegidas: Decreto 4-89*. 1989. p. 16.
5. _____. Congreso de la República. *Ley de Educación Ambiental: Decreto 38-2010*. Guatemala: CENADOJ, 2010. p. 5.
6. _____. Congreso de la República. *Ley de Protección y Mejoramiento al Medio Ambiente*. Decreto 68-86. 1989. p. 13.
7. GROSS, Manuel *Conceptos sobre la estructura organizacional* [en línea]. [ref. 23 de mayo de 210]. Disponible en sitio web: <http://manuelgross.bligoo.com/content/view/801220/Conceptos-sobre-la-Estructura-Organizacional.html>.

8. *La Producción Más Limpia, una estrategia para la competitividad. Diario La Prensa.* 3 de noviembre de 2009. p. 8.
9. LEMUS GODOY, Francisco Javier. *Optimización del manejo de residuos químicos de los laboratorios de la escuela de ingeniería química de la Universidad de San Carlos.* Trabajo de graduación de Ing. Química. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2003. p.100.
10. López, C. *Valores organizacionales: sí inciden en el desempeño corporativo* [en línea] [ref. octubre de 2001]. Disponible en web: <http://www.gestiopolis.com/canales/gerencial/articulos/25/mbv.htm>.
11. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Acuerdo Ministerial número 147.* Guatemala: MARN, 2002. p. 5.
12. Palacios, E. *Tipos de Estructura Organizacional.* [en línea]. [ref. 25 de marzo de 2013]. Disponible en web: <http://crearunaempresaya.wordpress.com/2011/09/08/58/>.
13. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. *Manual de capacitación para evaluaciones nacionales integrales y elaboración de informes.* Kenia: PNUMA, 2007. p. 12.
14. _____. *Material de capacitación Producción más Limpia* [en línea]. [ref. 14 de diciembre de 2007]. Disponible en web: <http://www.pnuma.org/industria/documentos/pmlcp05e.pdf>.

15. Saavedra, C. *Misión, Visión y Valores*. [en línea]. [ref. 25 de Marzo de 2013]. Disponible en web: <http://adestrategica.espacioblog.com/post/2007/03/26/recomendación-defina-ajuste-o-ratifique-mision-vision-y>.
16. Thompson, I. *Misión y Visión*. [en línea]. [ref. 25 de marzo de 2011]. Disponible en web: <http://www.promonegocios.net/empresa/mision-vision-empresa.html>.
17. Valenzuela Arriagada, I. *Prevención de la contaminación*. [en línea]. [ref. 23 de mayo de 2008]. Disponible en web: <http://bloglegal.bcn.cl/prevención-de-la-contaminación>.