



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

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UN PLAN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA  
DE GESTIÓN AMBIENTAL BAJO LA NORMA ISO 14001:2015 EN UNA EMPRESA  
DEDICADA A LA PRODUCCIÓN DE ESPECIALIDADES QUÍMICAS UBICADA EN EL  
DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**

**Efrain Alejandro Quevedo Llamas**

Asesorado por la MSc. Ing. Elda Magally Calderón Motta

Guatemala, abril de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UN PLAN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA  
DE GESTIÓN AMBIENTAL BAJO LA NORMA ISO 14001:2015 EN UNA EMPRESA  
DEDICADA A LA PRODUCCIÓN DE ESPECIALIDADES QUÍMICAS UBICADA EN EL  
DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**EFRAIN ALEJANDRO QUEVEDO LLAMAS**  
ASESORADO POR LA MSC. ING. ELDA MAGALLY CALDERÓN MOTTA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO QUÍMICO**

GUATEMALA, ABRIL DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

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

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANA	Ing. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Gerardo Ordoñez
EXAMINADOR	Ing. Jaime Domingo Carranza González
EXAMINADORA	Ing. Cinthya Patricia Ortiz Quiroa
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UN PLAN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL BAJO LA NORMA ISO 14001:2015 EN UNA EMPRESA DEDICADA A LA PRODUCCIÓN DE ESPECIALIDADES QUÍMICAS UBICADA EN EL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Estudios de Postgrado con fecha 31 de julio de 2021.

**Efrain Alejandro Quevedo Llamas**



**EEPFI-PP-0355-2022**

Guatemala, 14 de enero de 2022

**Director**  
**Williams G. Álvarez Mejía**  
Escuela De Ingeniería Química  
Presente.

**Estimado Ing. Álvarez**

Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería.

El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el Diseño de Investigación titulado: **DISEÑO DE UN PLAN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL BAJO LA NORMA ISO 14001 2015 EN UNA EMPRESA DEDICADA A LA PRODUCCIÓN DE ESPECIALIDADES QUÍMICAS UBICADA EN EL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**, el cual se enmarca en la línea de investigación: **Sistemas Integrados de Gestión - Gestión ambiental**, presentado por el estudiante **Efrain Alejandro Quevedo Llamas** carné número **201503620**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en ARTES en Gestion Industrial.


Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Atentamente,

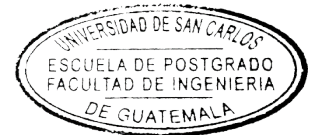
*"Id y Enseñad a Todos"*


  
**Mtro. Eida Magally Calderon Motta**  
Ingeniera Industrial  
Colegiado No. 13942

Mtro. Eida Magally Calderon Motta  
Asesor(a)



Mtro. Carlos Humberto Aroche Sandoval  
Coordinador(a) de Maestría





Mtro. Edgar Darío Álvarez Cotí  
Director  
Escuela de Estudios de Postgrado  
Facultad de Ingeniería





EEP.EIQ.0355.2022

El Director de la Escuela De Ingenieria Quimica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **DISEÑO DE UN PLAN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL BAJO LA NORMA ISO 14001 2015 EN UNA EMPRESA DEDICADA A LA PRODUCCIÓN DE ESPECIALIDADES QUÍMICAS UBICADA EN EL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Efrain Alejandro Quevedo Llamas**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería en esta modalidad.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Williams G. Álvarez Mejía  
Director  
Escuela De Ingenieria Quimica

Guatemala, enero de 2022

LNG.DECANATO.OI.284.2022

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UN PLAN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL BAJO LA NORMA ISO 14001:2015 EN UNA EMPRESA DEDICADA A LA PRODUCCIÓN DE ESPECIALIDADES QUÍMICAS UBICADA EN EL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**, presentado por: **Efrain Alejandro Quevedo Llamas**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada

Decana

Guatemala, abril de 2022

AACE/gaoc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por ser fuente de amor, sabiduría, iluminación y fortaleza para culminar con éxito esta meta académica.
- Mis padres** Mynor Quevedo y Marta Llamas, quiénes a pesar de toda circunstancia, han llenado mi vida de amor, tolerancia, sabiduría y apoyo. Esta meta alcanzada, y todo los éxitos futuros son gracias a ustedes.
- Mi hermana** Nicol Quevedo, mi amiga de siempre, con quien puedo contar en todo momento, y cuyo carisma y alegría son fuente de inspiración para mi vida.
- Andrea Muñoz** Por todo el amor y apoyo que me has dado, sin importar las circunstancias. Por ser mi compañera, mejor amiga y confidente durante estos años, gracias por siempre estar.
- Mis amigos** Keyth Marroquín, Dalinger Guillén, Francisco Pinto, Carlos Yax, Daniel Vicente, Pablo Escobar, Iván Mayorga, Edgar Iboy, Sergio Leal, Diego Monzón, Ángel Velásquez y William Navarro, por su incansable amistad, cariño y experiencias compartidas durante estos años.



## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Dios</b>	Por ser guía incondicional y protector de mi vida y la de mi familia.
<b>Mis padres</b>	Por guiarme y apoyarme con amor y sabiduría durante todo este camino.
<b>Mi hermana</b>	Por ser un ejemplo de excelencia y perseverancia.
<b>Empresa</b>	Por su constante apoyo y disposición para la realización de esta investigación.
<b>Inga. Elda Calderón</b>	Por su incondicional apoyo y acompañamiento para la realización de esta investigación.
<b>Ing. Sergio García</b>	Por su apoyo, confianza y enseñanzas que me han forjado como profesional.
<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por abrirme sus puertas para lograr mi desarrollo y formación académica.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por otorgarme las condiciones para completar mi formación académica.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VII
GLOSARIO .....	IX
RESUMEN.....	XI
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. ANTECEDENTES .....	5
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	7
3.1. Contexto general .....	7
3.2. Descripción del problema .....	7
3.3. Formulación del problema .....	8
3.3.1. Pregunta central .....	8
3.3.2. Preguntas de investigación.....	9
3.4. Delimitación del problema .....	9
3.4.1. Límite temporal .....	9
3.4.2. Límite geográfico .....	10
3.4.3. Límite espacial.....	10
3.5. Viabilidad.....	10
3.6. Consecuencias de la investigación.....	11
3.6.1. De realizarse.....	11
3.6.2. De no realizarse.....	11
4. JUSTIFICACIÓN .....	13

5.	OBJETIVOS.....	15
5.1.	General .....	15
5.2.	Específicos.....	15
6.	NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN .....	17
7.	MARCO TEÓRICO .....	19
7.1.	Antecedentes de la empresa.....	19
7.1.1.	Giro de negocio .....	19
7.1.2.	Cultura organizacional.....	19
7.1.2.1.	Visión.....	20
7.1.2.2.	Misión.....	20
7.1.2.3.	Valores .....	20
7.2.	Gestión ambiental .....	21
7.2.1.	Problemática ambiental en Guatemala .....	21
7.2.1.1.	Deforestación .....	22
7.2.1.2.	Contaminación del agua.....	22
7.2.1.3.	Ineficiente manejo de desechos .....	24
7.2.2.	Legislación ambiental en Guatemala .....	24
7.2.3.	Responsabilidad social y empresarial (RSE).....	27
7.2.3.1.	Responsabilidad medioambiental.....	27
7.2.3.2.	Responsabilidad ética .....	28
7.2.3.3.	Responsabilidad social y económica...	28
7.2.3.4.	Beneficios de la RSE.....	29
7.3.	Sistema de Gestión Ambiental (SGA) .....	29
7.3.1.	Características .....	30
7.3.2.	Beneficios del Sistema de Gestión Ambiental .....	30
7.3.3.	Norma ISO 14001:2015 .....	31

	7.3.3.1.	Contenido de la norma ISO 14001:2015.....	31
	7.3.4.	Ciclo Deming o PHVA.....	33
	7.3.4.1.	Indicadores de desempeño ambiental .	35
	7.3.4.2.	Beneficios de la implementación de la norma 14001:2015.....	36
8.		PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	39
9.		METODOLOGÍA.....	43
	9.1.	Características del estudio .....	43
	9.2.	Unidades de análisis .....	44
	9.3.	Variables e indicadores .....	45
	9.3.1.	Variables cualitativas .....	45
	9.3.1.1.	Conocimiento de las prácticas ambientales de los colaboradores en la empresa.....	45
	9.3.1.2.	Nivel de satisfacción de clientes internos y externos de la gestión ambiental .....	46
	9.3.2.	Variables cuantitativas.....	47
	9.3.2.1.	Porcentaje de empleados capacitados	47
	9.3.2.2.	Número de proveedores contactados para el manejo ambiental .....	47
	9.3.2.3.	Inversión ambiental anual.....	48
	9.3.2.4.	Consumo energético.....	49
	9.3.2.5.	Tasa de reciclaje de envases de plástico .....	49
	9.3.2.6.	Consumo de agua .....	50

9.3.2.7.	Agua residual descargada.....	50
9.3.2.8.	Eficiencia en las actividades de formación ambiental .....	51
9.3.3.	Resumen de análisis de variables e indicadores.....	52
9.4.	Fases del estudio .....	56
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN .....	59
10.1.	Herramientas estadísticas.....	59
10.1.1.	Media.....	59
10.1.2.	Desviación estándar .....	60
10.1.3.	Gráfico de sectores .....	61
11.	CRONOGRAMA .....	63
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO.....	65
	REFERENCIAS.....	67
	APÉNDICES.....	73

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Contaminación en el río Motagua .....	23
2.	Principales leyes en materia ambiental en Guatemala.....	25
3.	Leyes secundarias o auxiliares en materia ambiental en Guatemala ....	26
4.	Relación entre el ciclo Deming y la norma ISO 14001:2015 .....	35

### TABLAS

I.	Rúbrica de evaluación del conocimiento de los colaboradores respecto a las prácticas ambientales de la empresa.....	46
II.	Resumen de variables cuantitativas y cualitativas .....	52
III.	Matriz de análisis de variables e indicadores .....	54
IV.	Cronograma de actividades del estudio de investigación.....	63
V.	Gastos necesarios para la consecución de la investigación .....	65



## LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
$\alpha_i$	Ángulo del sector representado por la variable i-ésima
$\sigma$	Desviación estándar
/	División
$e$	Error de estimación máximo aceptado
$n_i$	Frecuencia de la variable i-ésima
°	Grados
$\bar{x}$	Media
*	Multiplicación
#	Número
$Z_{\alpha/2}$	Parámetro estadístico asociado al nivel de confianza
%	Porcentaje
<b>p</b>	Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado
<b>q</b>	Probabilidad de que ocurra el evento estudiado
<b>Q</b>	Quetzales
<b>n</b>	Tamaño de la muestra
<b>N</b>	Tamaño de la población
$x_i$	Valor i-ésimo del conjunto de datos





## GLOSARIO

<b>Contaminación</b>	Presencia o introducción de compuestos físicos, químicos o biológicos, que resultan nocivos para el medio.
<b>eKPI</b>	Indicador ambiental clave de desempeño.
<b>Gestión</b>	Manejo o administración de responsabilidades con el fin de la realización de una actividad u objetivo.
<b>Legislación ambiental</b>	Conjunto de leyes referentes al cuidado y preservación del medio ambiente.
<b>Medio ambiente</b>	Conjunto equilibrado de elementos físicos, químicos y biológicos que favorecen la interacción de la vida.
<b>Mejora continua</b>	Concepto asociado a proceso de cambio con posibilidades de desarrollo y mejora repetitiva.
<b>RSE</b>	Responsabilidad social empresarial.



## RESUMEN

El presente trabajo de investigación detalla la propuesta de un plan para la implementación de un sistema de gestión ambiental en una empresa dedicada a la producción y comercialización de especialidades químicas, ubicada en el departamento de Guatemala. El sistema de gestión ambiental que se propondrá cumplirá con los lineamientos requeridos por la norma ISO 14001:2015, lo cual proporcionará las bases para que la empresa pueda optar a dicha certificación internacional.

Se realizará la revisión de información documental, en la cual se estará recolectando información contenida en registros y procedimientos internos de la empresa relacionados con aspectos ambientales. Posteriormente, se analizará la información para obtener un diagnóstico de la gestión ambiental llevada a cabo. A partir del análisis realizado, se planificarán las actividades relacionadas con la gestión ambiental a proponer, con fechas críticas de elaboración e indicadores clave de desempeño ambiental asociados.

Luego de la ejecución de las actividades, se realizará una nueva evaluación, para verificar el cumplimiento de la planificación establecida. Como último punto, se propondrán planes de acción que promuevan la mejora continua al sistema de gestión. Estas fases forman parte del ciclo Deming o PHVA requerido por la norma ISO 14001:2015 para la correcta implementación de un sistema de gestión ambiental en una organización.

Se espera que con la propuesta de implementación del sistema propuesto aumente la competitividad de la empresa, promueva el cumplimiento de la

legislación del país, añade un valor agregado a la imagen de la empresa y mejore la conciencia ambiental entre las partes interesadas de la organización.

# 1. INTRODUCCIÓN

Esta investigación de sistematización tiene como objetivo el diseñar un plan para la implementación de un sistema de gestión ambiental bajo la norma ISO 14001:2015, en una empresa dedicada a la producción de especialidades químicas ubicada en el departamento de Guatemala.

Esta necesidad surge a partir de la creciente problemática ambiental, causada principalmente por la emisión de gases de efecto invernadero, deficiente manejo de desechos, de recursos hídricos y energéticos por parte de empresas a nivel mundial. Guatemala no es exclusiva de esta situación, por lo que la legislación del país tendrá medidas más estrictas en el rubro ambiental. Este factor ha obligado a las empresas a buscar proveedores conscientes con la sostenibilidad de sus procesos.

La importancia de la investigación se basa en diseñar un plan para la implementación del sistema de gestión ambiental, debido a que es necesario cumplir con las exigencias ambientales que la legislación demanda, y con la responsabilidad social y empresarial a la cual la organización dedicada a la producción de especialidades químicas está comprometida.

El respaldo documental del sistema de gestión, que valida la sostenibilidad ambiental que se llevará a cabo en la empresa es una herramienta útil para la creación de nuevos clientes que buscan aliados estratégicos conscientes con el cuidado del planeta. Además, la implementación de un sistema de gestión ambiental generará conciencia en los colaboradores de la organización, y promoverá un adecuado aprovechamiento de los recursos y gestión de los

residuos. Por tanto, dentro de los aportes que se obtendrán de esta investigación están: el crecimiento económico, al permitir la creación de nuevos negocios, y el cuidado del planeta, al promover la sostenibilidad ambiental en los procesos de la empresa.

El sistema de gestión ambiental seguirá los lineamientos de la norma ISO 14001:2015 como esquema de solución. Para la consecución de los requerimientos de esta norma, se realizarán ciclos de mejora continua a partir del procedimiento PHVA, el cual se aplicará en los procesos de la empresa que se dedica a la elaboración de especialidades químicas. Las acciones y el progreso de cada punto de la norma ISO 14001:2015 será monitoreado a partir de una matriz de control, en la cual se incluirán fechas críticas de realización para asegurar el cumplimiento de los lineamientos según la planificación.

La metodología del presente estudio tiene un alcance descriptivo, con un diseño no experimental y enfoque mixto. La recolección de los datos de la investigación será transversal, y las técnicas de obtención de la información serán principalmente listas, encuestas cerradas y observación documental. Las variables cuantitativas y cualitativas en su mayoría corresponden a indicadores clave de desempeño ambiental, los cuales medirán el desarrollo y evolución del sistema de gestión ambiental.

En el capítulo 1, el cual contiene al marco teórico, se describirá el contexto organizacional y el giro de negocio de una empresa que se dedica a producir y comercializar especialidades químicas. Posteriormente, se detallará la unidad de análisis, donde se ampliará información relacionada con la problemática, así como la legislación existente y los sistemas de gestión ambiental. El último punto será la ISO 14001:2015, en la cual se explicarán los puntos de la norma y el ciclo

Deming o PHVA, el cual se utilizará como técnica de mejora continua de los procesos ambientales de la empresa.

El capítulo 2 detalla la fase de la revisión documental, donde se estará realizando una inspección de los registros de la empresa, de los cuales se estará recopilando información referente a las prácticas, políticas y actividades ambientales llevadas a cabo. En el capítulo 3, se estará realizando la planificación ambiental de la empresa, en la cual se definirá la matriz de la gestión, con sus respectivas actividades y fechas críticas de cumplimiento, y se definirán los aspectos organizacionales dirigidos a la gestión ambiental. Luego, se estará realizando la implementación y evaluación del SGA, en donde se describirá la ejecución y posterior análisis del SGA, para evaluar los beneficios y puntos de mejora de la sistematización propuesta. Por último, en el capítulo 4, se propondrán acciones de mejora continua para cumplir con el ciclo PHVA requerido por la norma ISO 1401:2015.





## 2. ANTECEDENTES

Martínez (2019) realizó en su investigación un análisis preliminar de la ISO 14001:2015, en el cual se detallaron los beneficios de la aplicación de la norma en una empresa, y se resaltó la importancia de contar con un SGA adecuado. Este artículo es útil para esta investigación, pues afirma que la certificación internacional ISO 14001:2015 se consigue como consecuencia de la implementación adecuada de los lineamientos del SGA.

Herrera (2019) en su investigación realizó un análisis de la situación ambiental de la empresa, y analizó los beneficios de la aplicación de este normativo. En este documento, se afirma que la aplicación de este sistema de gestión ambiental otorgará mayor competitividad a la empresa de transporte, y principalmente tiene como objetivo servir como soporte a la prevención y manejo de la contaminación ambiental. El informe es útil para esta investigación, pues en él se documenta que implementación de SGA es un factor de diferenciación, lo cual significa una ventaja competitiva comercial respecto a otras empresas.

Saldarriaga (2021) amplía la importancia de la aplicación de un SGA en una organización. El autor enlista algunos de los problemas que no son exclusivos de la industria embotelladora: deficiente manejo de aguas residuales, consumo excesivo de agua, inadecuado uso de recurso energético, entre otros. A partir de esto, el autor realiza un diagnóstico de la empresa, desde las políticas organizacionales hasta los posibles puntos críticos ambientales de cada departamento.

Pezzarossi (2010) propone un SGA a partir del diagnóstico que realizó. El autor enfatiza la degradación de los suelos como uno de los problemas incipientes de esta actividad agroindustrial. Posteriormente, realiza una propuesta de implementación, la cual incluye: verificación, acciones correctivas, monitoreo y medición, no conformidades, acciones preventivas y correctivas, registros y auditorías al sistema de gestión ambiental. Este documento ha sido una referencia importante para esta investigación, pues su estructura presenta similitudes con la propuesta que se llevará a cabo.

Pérez (2020) menciona la importancia de la implementación de un SGA para responder a las necesidades ambientales del entorno organizacional (clientes, sociedad, accionistas, entre otros). Este documento ha sido una referencia importante para esta investigación, pues afirma que el ciclo de mejora PHVA es relevante para la consecución de los requerimientos que deben alcanzarse para cumplir con los lineamientos de la norma.

### **3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **3.1. Contexto general**

El problema de esta investigación es la inexistencia de un plan de implementación de un sistema de gestión ambiental dentro de la empresa que se dedica a la producción de especialidades químicas ubicada en el departamento de Guatemala.

#### **3.2. Descripción del problema**

El cambio climático es un tema de impacto creciente y preocupación en la sociedad, por lo que para las empresas es imperativo migrar hacia prácticas y políticas enfocadas en la gestión ambiental. Estas prácticas deben ir de la mano con documentación que avalen la sostenibilidad de los procesos; sin embargo, estos requerimientos no han sido prioritarios para las empresas, debido a que la legislación de nuestro país y las certificaciones internacionales más comunes (por ejemplo, la ISO 9001) no demandan las políticas ambientales ya mencionadas. Por otra parte, el no contar con un sistema de gestión ambiental puede repercutir en la imagen social y empresarial de la organización, además de incurrir en la inadecuada gestión de recursos y de manejo de desechos. Las causas del problema son las siguientes:

- Creciente exigencia en legislaciones ambientales debido al cambio climático.

- Requerimiento de los clientes que desean proveedores conscientes con la sostenibilidad de sus procesos.
- Ausencia de documentación que valide las prácticas ambientales sostenibles aplicadas en la empresa.

Las consecuencias del problema central son:

- Posibles penalizaciones económicas a futuro
- Dificultad de adaptación a cambios en la legislación ambiental del país
- Pérdida de nuevas oportunidades de mercado

### **3.3. Formulación del problema**

La formulación del problema de esta investigación se muestra a continuación.

#### **3.3.1. Pregunta central**

¿Qué sistema de gestión se deberá proponer para poder cumplir con la legislación ambiental del país y optar a una certificación internacional en una empresa dedicada a la producción de especialidades químicas ubicada en el departamento de Guatemala?

### **3.3.2. Preguntas de investigación**

- ¿Qué prácticas ambientales se llevan a cabo en la empresa que se dedica a la producción de especialidades químicas ubicada en el departamento de Guatemala?
- ¿Qué puntos críticos ambientales se practican en la gestión ambiental de la empresa que se dedica a la producción de especialidades químicas ubicada en el departamento de Guatemala?
- ¿Cuáles serán los beneficios de la implementación del sistema de gestión ambiental en la empresa que se dedica a la producción de especialidades químicas ubicada en el departamento de Guatemala?

### **3.4. Delimitación del problema**

La propuesta de resolución del problema se llevará a cabo en una empresa dedicada a la elaboración de productos químicos para el tratamiento de aguas, mantenimiento industrial e higiene y limpieza y sanitización.

#### **3.4.1. Límite temporal**

El proyecto tendrá un plazo de ejecución de junio de 2021 hasta agosto de 2022.

### **3.4.2. Límite geográfico**

La investigación se realizará en una empresa que produce y comercializa especialidades químicas, y está ubicada en el municipio de Mixco, del departamento de Guatemala.

### **3.4.3. Límite espacial**

El área en donde se llevará a cabo el proyecto es en el macroproceso de oficina estratégica de proyectos de una empresa que produce y comercializa especialidades químicas.

## **3.5. Viabilidad**

Ya definidas la formulación y delimitación del problema, es imperativo identificar los recursos necesarios para la posterior consecución de objetivos de la investigación. Los recursos necesarios para la realización de esta investigación son los siguientes:

- Registros y procedimientos internos relacionados con las actividades ambientales llevadas a cabo en la empresa durante el período 2017-2021.
- Historial hídrico y energético de la empresa durante el período 2017-2021.
- Disponibilidad de tiempo de los colaboradores que trabajan en la empresa que produce y comercializa especialidades químicas en el departamento de Guatemala.

Luego de obtener la información documental y de lograr disponer con el tiempo de los colaboradores, se estará validando la viabilidad de la investigación.

### **3.6. Consecuencias de la investigación**

Entre las consecuencias más importantes que se podrían llevar a cabo está el impacto ambiental, cumplimiento de la legislación y la competitividad de la empresa.

#### **3.6.1. De realizarse**

En caso de realizarse el trabajo de investigación, la empresa incrementará su competitividad en el mercado, además de validar sus políticas de responsabilidad social y empresarial, cumplirá con la legislación ambiental y los impactos respecto a la sostenibilidad de sus procesos serán positivos para el planeta.

#### **3.6.2. De no realizarse**

De no realizarse el trabajo de investigación, la empresa tendrá una difícil adaptación a las legislaciones ambientales a futuro, además de perder la ventaja competitiva con respecto a otras empresas que realizan prácticas sostenibles para elaborar sus productos. Por último, de no realizarse el proyecto, se perderá la posibilidad de sentar las bases de la implementación de un sistema de gestión ambiental que cumpla los lineamientos de la ISO 14001:2015.





## **4. JUSTIFICACIÓN**

El estudio de investigación se sitúa dentro de la línea de Gestión Ambiental en el área de Sistemas Integrados de Gestión de la Maestría en Gestión Industrial de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Este estudio se enfoca en el diseño de un plan para la implementación de un sistema de gestión ambiental que pueda cumplir con las legislaciones ambientales del país y que permita la certificación internacional de estos lineamientos.

La necesidad de realizar esta investigación surge a causa de la constante búsqueda del cumplimiento de las políticas de responsabilidad social y empresarial, esto con el fin de contribuir con el cuidado del planeta.

La importancia de la investigación radica en la implementación de un sistema de gestión ambiental es para la empresa, debido a que los clientes requieren proveedores que son conscientes con la sostenibilidad de sus procesos, y estas prácticas deben ser evidenciadas a través de documentación que valide procedimientos ambientalmente aceptados para la elaboración de sus productos.

La motivación de esta investigación es planificar un plan de implementación que valide documentalmente las buenas prácticas ambientales que se llevan a cabo en la empresa.

Los beneficios de la investigación radican el cumplimiento y el fortalecimiento de las políticas ambientales en la empresa, con el fin de seguir los

lineamientos de la norma ISO 14001:2015, los cuales promueven un mejor uso y aprovechamiento de los recursos.

Los beneficiarios de esta investigación son: los clientes, al contar con un proveedor que cumple con prácticas sostenibles para la elaboración de sus productos, y la empresa, por el hecho de tener un respaldo documental que valida las buenas prácticas ambientales en de la organización.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1. General**

Diseñar un plan para la implementación de un sistema de gestión ambiental bajo la norma ISO 14001:2015, en una empresa dedicada a la producción de especialidades químicas ubicada en el departamento de Guatemala.

### **5.2. Específicos**

- Identificar las prácticas ambientales que se llevan a cabo en la empresa que se dedica a la producción de especialidades químicas ubicada en el departamento de Guatemala.
- Analizar los puntos críticos ambientales que se practican en la gestión ambiental de la empresa que se dedica a la producción de especialidades químicas ubicada en el departamento de Guatemala.
- Determinar los beneficios de la implementación del sistema de gestión ambiental en la empresa que se dedica a la producción de especialidades químicas ubicada en el departamento de Guatemala.



## **6. NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN**

De las principales necesidades a cubrir con esta propuesta es el poder contar con documentación que valide las prácticas sostenibles de la organización y que permita cumplir con la legislación ambiental del país, esto a partir de la implementación de los lineamientos de un sistema de gestión ambiental, en una empresa que elabora productos para tratamiento de aguas, mantenimiento industrial, y limpieza.

El esquema de solución será la implementación de una matriz que involucre las secciones de la norma ISO 14001:2015, donde en cada punto se determine las gestiones a realizar. El proceso de implementación de dicha matriz partirá con la planificación de las acciones a realizar para cada sección de la norma. Estas acciones por realizar tendrán especificaciones detalladas, con su respectiva fecha crítica dentro de una calendarización general que detallará la cronología de la implementación de los lineamientos de la ISO 14001:2015.

Esta estrategia tiene como objetivo el diagnóstico y análisis de puntos críticos, lo cual proporcionará un panorama más claro para realizar las acciones correspondientes para cumplir con los lineamientos requeridos por la norma ISO 14001:2015. Los puntos ya mencionados tendrán como base de acción el ciclo PHVA, un procedimiento de mejora continua que será utilizado como herramienta para alcanzar los requerimientos solicitados para cumplir con el sistema de gestión ambiental.



## **7. MARCO TEÓRICO**

### **7.1. Antecedentes de la empresa**

La empresa en la cual se estará realizando el estudio de investigación es una organización que cuenta con más de 30 años en el mercado guatemalteco, y que ha logrado expandir sus operaciones hasta México, Estados Unidos y todos los países de Centroamérica. Desde sus inicios, la empresa se ha dedicado a ofrecer soluciones diferenciadas que han logrado cumplir las más altas expectativas de calidad de los clientes. Esta empresa ha evolucionado con las demandas del mercado, estando a la vanguardia tecnológica y de la investigación y el desarrollo con la creación de nuevos productos que se ajustan a los requerimientos de los sistemas de los clientes.

#### **7.1.1. Giro de negocio**

El giro de negocio de la empresa es la elaboración, venta y distribución de especialidades químicas para tratamiento de aguas, mantenimiento industrial y sanitización. Dentro de cada línea comercial, existe un modelo de negocios diseñado para responder a las necesidades de las industrias e instituciones, proporcionando no solo un producto, sino un servicio integral que incorpora asesoría y respaldo de profesionales para su aplicación y óptimo uso.

#### **7.1.2. Cultura organizacional**

La cultura organizacional de la empresa cuenta con elementos que respaldan la razón de ser de la corporación, pues a partir de ella se rigen todas



las acciones y decisiones. A continuación, se dará un breve resumen de la cultura organizacional de la empresa de especialidades químicas ubicada en el departamento de Guatemala.

#### **7.1.2.1. Visión**

La visión de la empresa se enfoca en liderar el mercado de forma rentable e inteligente, a través de la generación de experiencias a todos los integrantes del ciclo comercial, promoviendo la responsabilidad social empresarial y excelencia.

#### **7.1.2.2. Misión**

Como misión, la empresa tiene como objetivo el ofrecer soluciones diferenciadas, a través del servicio e innovación, orientadas a la búsqueda y generación de beneficios para todos los integrantes del ciclo comercial.

#### **7.1.2.3. Valores**

La empresa cuenta con cuatro valores principales, los cuales fungen como pilares de la organización para así garantizar una gestión ética y responsable a nivel empresarial. Los cuatro valores son los siguientes:

- Honestidad
- Responsabilidad
- Equidad
- Cooperación

## **7.2. Gestión ambiental**

Es toda actividad humana que tiene una incidencia sobre el medio ambiente. Esta gestión involucra la toma de decisiones, enfocada principalmente al uso racional de recursos naturales, la disminución de contaminación de los hábitats y la modificación de los ecosistemas a futuro (Courtneil, 2019). Para establecer planes de ejecución correspondientes a la gestión ambiental de una empresa, es de suma importancia realizar un previo análisis del entorno, incluso antes de la fase de planificación. Para ello, se deben detectar problemáticas ambientales de la región, así como la legislación a cumplir para no incurrir en penalizaciones que pueden afectar tanto al entorno, como a la imagen y economía de la empresa.

### **7.2.1. Problemática ambiental en Guatemala**

Guatemala es un país con abundante riqueza natural; las vastas extensiones de suelos fértiles y cuerpos de agua dulce, además de una gran variedad de microclimas, son factores que favorecen la biodiversidad de los ecosistemas en la región. El país alberga, según PNUD Guatemala (2020) “(...)14 zonas de vida, 9 biomas, 7 ecorregiones terrestres, 46 comunidades naturales, y 13,866 especies (1,988 de fauna, 10,317 de flora, y 1,561 acuáticas, sin contar invertebrados)” (Sacayón y Cifuentes, 2020, párr 1.).

Sin embargo, la preservación del medio ambiente del país no ha sido la adecuada. En 2018, Guatemala obtuvo un puntaje de 52.33 en el índice de desempeño ambiental global, posicionándose en el puesto 110 de 180 países, y en el segundo peor país evaluado de Latinoamérica, solamente por debajo de Honduras según (Fundesa 2018). Para ampliar más acerca de la problemática ambiental en el país, se deben enlistar primero algunos puntos importantes que

permitan sistematizar el panorama como un conglomerado de falencias que deberán ser corregidas a corto y mediano plazo.

#### **7.2.1.1. Deforestación**

Según el Instituto Nacional de Bosques (2021), en el territorio guatemalteco existió una pérdida de 680,566 hectáreas de bosques, y una ganancia bruta de cobertura de 579,025 hectáreas; como resultado se obtuvo un cambio neto de -101,542 hectáreas durante el período 2010-2016. Entre las principales causas del resultado de estas cifras está la siembra de monocultivo a gran escala para cumplir con la demanda de modelos agroexportadores (Salvatierra, 2009). Otra de las causas principales es la escasez de alternativas energéticas desde el aspecto económico para la mayoría de población en el país, lo cual ha convertido la leña en el producto asequible y de amplio alcance de transformación de energía para la cocción de alimentos de más de nueve millones de guatemaltecos según datos de (IARNA 2012). Entre otras causas que repercuten en la deforestación están los incendios forestales, tala y quema de árboles y plagas.

#### **7.2.1.2. Contaminación del agua**

Guatemala cuenta con una amplia disponibilidad del recurso hídrico. Según Salas (2020), el país cuenta con un volumen siete veces mayor al límite hídrico de riesgo fijado a través de estándares internacionales. Sin embargo, no existe una ley en el país que garantice el adecuado uso, administración y manejo de dicho recurso, y como consecuencia, el 95 % del agua está contaminada, y no cumple con los parámetros de calidad para su uso en riego de cultivos, consumo humano ni fines recreativos (Marroquín, 2017). Las elevadas concentraciones de metales pesados, y la presencia de coliformes fecales y otros

contaminantes en el agua reflejan la deficiente gestión pública y privada para el manejo de las aguas residuales. Un claro ejemplo es la evidente contaminación de los ríos Las Vacas y Motagua, los cuales reciben las aguas residuales de la mayoría de los municipios aledaños a estas corrientes (Salas, 2020).

Otro de los principales focos de contaminación son los desechos que llegan a los cuerpos de agua a causa del ineficiente manejo que existe para la disposición final de desechos domésticos e industriales. Estos residuos generan un impacto negativo en el ecosistema marítimo y en la calidad del agua, al aportar contaminantes altamente tóxicos provenientes de los lixiviados generados (Navarro, 2021).

Figura 1. **Contaminación en el río Motagua**



Fuente: El Periódico (2018). *Pesca en el río Motagua se redujo debido a la contaminación*. Consultado el 30 de septiembre de 2021. Recuperado de: <https://elperiodico.com.gt/nacionales/2018/08/15/pesca-en-el-rio-motagua-se-redujo-debido-a-la-contaminacion/>

### **7.2.1.3. Ineficiente manejo de desechos**

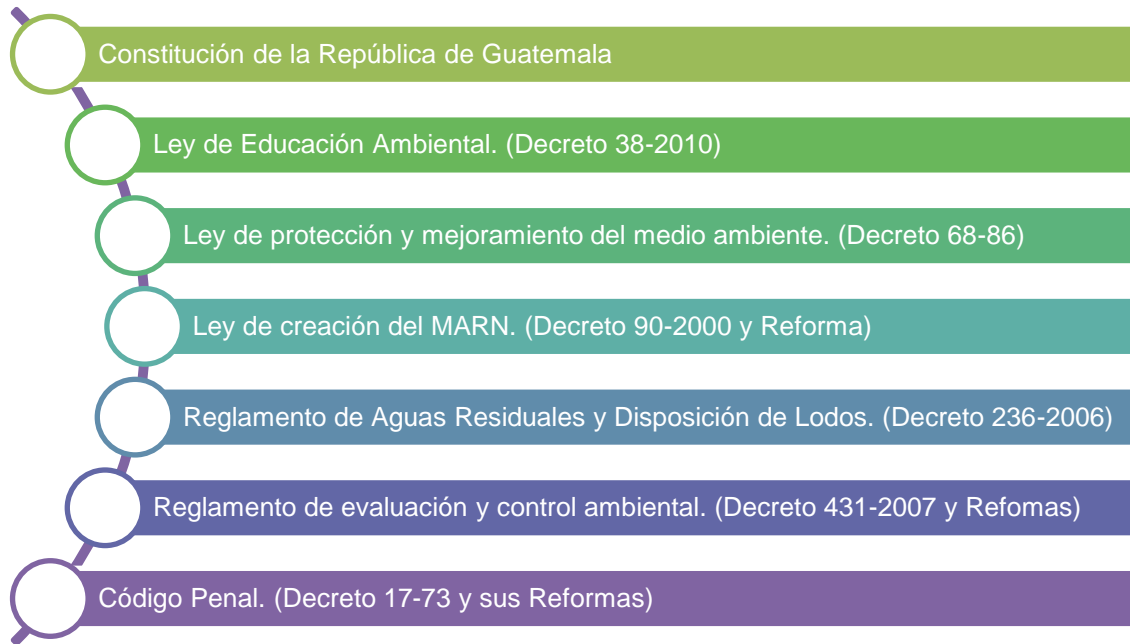
El ineficiente manejo de desechos en Guatemala es una de las causas más peligrosas de contaminación del suelo, aire y agua. Según el censo nacional realizado en 2018, la quema de basura representa el 42.8 % entre las alternativas para eliminar desechos en el país (Pérez, 2019). Esta práctica es altamente nociva para todo organismo vivo, debido a que permite el ingreso de productos tóxicos al medio ambiente, ocasionando daños irreversibles al ecosistema.

Por otra parte, tan solo el 41.8 % de la basura se pone a disposición de servicios municipales y privados (Pérez, 2019), los cuales tampoco garantizan el manejo ambiental adecuado. Según Agencia EFE (2017), de los 2,240 vertederos clandestinos, municipales y privados que existen en Guatemala, tan solo el 1 % cuenta con un instrumento ambiental, por lo que al resto se les considera como ilegales. Agencia EFE (2017) menciona que “Del total de basureros identificados, el 86 % son clandestinos, el 13 % municipales y el 1 % privado, mientras que el 80 % de los servicios de recolección se ubican en el área metropolitana” (párr. 2).

### **7.2.2. Legislación ambiental en Guatemala**

La legislación ambiental en Guatemala es el conglomerado de leyes y esfuerzos políticos que promueven la preservación de la vida humana y natural, y la consecución de un desarrollo sostenible en el país. Las leyes principales en materia ambiental se representan en la figura 2, y las leyes auxiliares en la figura 3.

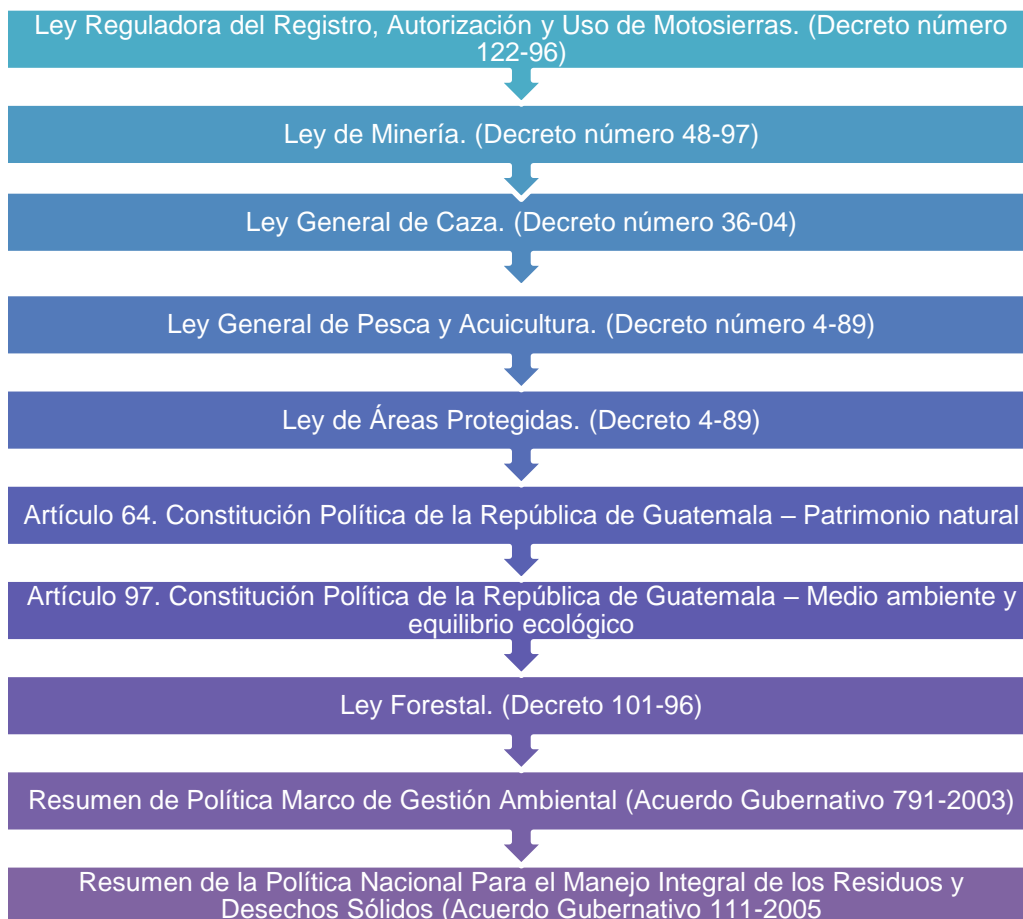
Figura 2. Principales leyes en materia ambiental en Guatemala



Fuente: elaboración propia.

Según Díaz (2015), estas leyes velan por cumplir los principios de responsabilidad, prevención, coherencia y cooperación ambiental, así como promover el desarrollo sostenible a través de la búsqueda constante de alternativas menos contaminantes en todos los aspectos relacionados con la actividad humana. Para alcanzar estos principios, es necesaria la utilización de instrumentos jurídicos, administrativos, técnicos, económicos, fiscales y sociales que permitan cumplir con las políticas enlistadas en las figuras 2 y 3.

Figura 3. **Leyes secundarias o auxiliares en materia ambiental en Guatemala**



Fuente: elaboración propia.

Estos lineamientos legales sientan las bases del panorama que el estado de Guatemala propone ante la creciente problemática ambiental en el país. Cabe resaltar que es necesario realizar el seguimiento correspondiente para velar por el cumplimiento de estas leyes, así como promover la educación en la sociedad para abordar de una mejor forma la problemática que amenaza al medio ambiente en el país y en el mundo.

### **7.2.3. Responsabilidad social y empresarial (RSE)**

La RSE es un modelo de negocio autorregulado que ayuda a una organización a ser responsable para sí misma, al público y a sus partes interesadas, a través de esfuerzos concretos para mejorar o contribuir a la sociedad (Fernando, 2021). Estas acciones y esfuerzos se ven reflejados desde las prácticas y políticas que establecen las organizaciones para aportar una influencia positiva a su entorno. Según Stobierski (2021), la responsabilidad que asume este modelo está dividida en cuatro ejes: filantrópico o social, ético, económico y medioambiental.

#### **7.2.3.1. Responsabilidad medioambiental**

La responsabilidad medioambiental está orientada al cuidado del ecosistema e inteligente uso de recursos naturales. Este tipo de responsabilidad representa una alternativa común de RSE, y algunas acciones que las organizaciones toman para cumplir con este compromiso son: políticas de reducción de la generación de gases de efecto invernadero, uso inteligente del agua y recursos en general, y compensación de la actividad industrial a través de acciones como plantar árboles o donar a causas relacionadas con el cuidado y preservación del medio ambiente. Un ejemplo de responsabilidad medioambiental empresarial es el de Adidas, una organización multinacional líder en la fabricación de artículos deportivos. Esta empresa ha sido pionera en el sistema de fabricación de carácter circular, a través de la reutilización de materiales, lo cual reduce el impacto ambiental en la producción de sus artículos (Universitat Carlemany, 2020).



### **7.2.3.2. Responsabilidad ética**

La responsabilidad ética se refiere a asegurar que las acciones de una empresa se realizan de forma justa. Esta responsabilidad está relacionada con todas las partes interesadas, incluyendo junta directiva, puestos de altos, medianos y bajos estratos, clientes, proveedores y sociedad como tal. La responsabilidad ética puede ser asumida de diversas formas; un ejemplo de ello es la no contratación de menores de edad en procesos de selección de personal (Stobierski, 2021).

### **7.2.3.3. Responsabilidad social y económica**

La responsabilidad filantrópica o social se refiere a cumplir con objetivos que contribuyan a hacer el mundo un lugar mejor. Esta responsabilidad está asociada a los compromisos éticos de la empresa, y en teoría no deberían tener ánimos de lucro ocultos (Stobierski, 2021). Algunas de las actividades filantrópicas que realizan las empresas son la donación de parte de sus ganancias a organizaciones sociales, o el involucramiento directo que promueven en conjunto con los colaboradores para llevar a cabo actividades que aporten un impacto positivo a una causa en específico. La responsabilidad económica es el compendio de prácticas que respalden todas las decisiones financieras destinadas no solo a maximizar ganancias, sino a cumplir con los demás compromisos enlistados anteriormente. Este último compromiso demuestra la interdependencia entre todos los ejes ya mencionados.

#### **7.2.3.4. Beneficios de la RSE**

La responsabilidad social empresarial es principalmente impulsada por principios éticos y morales de la organización; sin embargo, esto no es impedimento a que existan beneficios intrínsecos a estas prácticas. Dentro de los principales beneficios está el posicionamiento favorable de la compañía ante clientes, proveedores, entes reguladores, y la sociedad misma. Las iniciativas de RSE contribuyen a la satisfacción y el compromiso de los colaboradores, promoviendo así la retención del personal. Por último, la RSE puede contribuir a introducir una cultura del cuidado y uso inteligente de recursos para la preservación del medio ambiente, lo cual permite la optimización de costos y maximización de las ganancias (Fernando, 2021).

### **7.3. Sistema de Gestión Ambiental (SGA)**

Ya definida la situación del entorno, la responsabilidad y los compromisos que las organizaciones deben asumir, es posible pasar al plan estructurado de una gestión ambiental. Se denomina a un sistema de gestión industrial al conjunto de elementos relacionados entre sí como una herramienta que permite el control, desarrollo, ejecución y actualización de actividades relacionadas con los compromisos ambientales de una organización (Cayero, 2018). Este sistema de gestión ambiental debe someterse primero a un diagnóstico preliminar externo e interno para determinar el posterior plan de acción correspondiente al SGA (Araque, *et al.*, 2018).

### **7.3.1. Características**

El SGA provee documentación sólida que respalda los aspectos necesarios para cumplir con las exigencias legislativas de la región y los objetivos ambientales de la empresa, además de promover la mejora continua del propio sistema. El plan de gestión del sistema ambiental, según Araque, *et al.* (2018), implica considerar los siguientes puntos:

- Conocer la situación de la empresa con relación a su competencia.
- Buscar el mejoramiento de las acciones con el objetivo de alcanzar niveles de excelencia.
- Determinar las acciones tomando en cuenta los recursos económicos de la empresa actuales y futuros.
- El control de la ejecución de las acciones seleccionadas.
- La repetición periódica con una recurrencia predeterminada. (p. 16)

### **7.3.2. Beneficios del Sistema de Gestión Ambiental**

El SGA es una herramienta que proporciona múltiples beneficios a las organizaciones, considerando principalmente que el enfoque central es el cuidado del medio ambiente. Dentro de los beneficios del SGA, según Cayero (2018), está la reducción de residuos y desechos peligrosos, la optimización de la cadena productiva, la reducción en la utilización de materias prima y la satisfacción y aumento de confianza de los clientes, altos mandos, colaboradores y proveedores. Otro de los beneficios importantes es el prestigio y la consolidación de la imagen pública de la organización en aspectos de marketing, y la reducción de costos al optimizar los recursos hídricos y energéticos. Si bien es cierto que implementar un sistema de gestión ambiental requiere una gran inversión de recursos, estos esfuerzos son la mejor apuesta que una

organización podría hacer de cara a los retos medioambientales que depara el futuro.

### **7.3.3. Norma ISO 14001:2015**

La norma ISO 14001:2015 es un conjunto de lineamientos y generalidades estandarizados, correspondientes al SGA de una organización. El propósito de la existencia de la norma, según la Organización Internacional de Estandarización (2015) es (...) “proporcionar a las organizaciones un marco de referencia para proteger el medio ambiente y responder a las condiciones ambientales cambiantes, en equilibrio con las necesidades socioeconómicas” (p. 2). El propósito de la norma es la consecución de los resultados de sostenibilidad previstos, además del cumplimiento con la legislación del entorno de la empresa.

#### **7.3.3.1. Contenido de la norma ISO 14001:2015**

La norma ISO 14001:2015 comparte estructura con otros sistemas de gestión, para facilitar su integración y optimizar su mantenimiento dentro de una organización. Algunos de los sistemas de gestión con los que comparte estructura la ISO 14001 son la norma de gestión de calidad ISO 9001 y la de salud y seguridad en el trabajo ISO 45001, entre otras. La estructura mencionada anteriormente, desglosada en los capítulos de la norma se resume a continuación (Organización Internacional de Estandarización, 2015):

- Objeto y campo de aplicación: especifica la razón de ser de la norma dentro de una organización, los resultados ambientales previstos posterior a la implementación y el campo de aplicación de esta, la cual abarca a

todas las organizaciones, independientemente del giro de negocio, tamaño o naturaleza.

- Referencias normativas: no existen referencias normativas.
- Términos y definiciones: funge como un glosario de términos clave, relacionados con la organización y liderazgo, la planificación, el soporte y la operación, la evaluación de desempeño y la mejora dentro de la norma.
- Contexto de la organización: solicita determinar el alcance de la norma, e identificar los factores y aspectos positivos, negativos, internos y externos que pueden impactar en la consecución de los objetivos y resultados ambientales previstos en el SGA.
- Liderazgo: enlista los puntos clave que debe cumplir la alta dirección de la organización para la consecución de los lineamientos de la norma.
- Planificación: en este apartado requiere la identificación de normativas legales de la región, riesgos, oportunidades y todo aspecto ambiental que defina un punto de partida previo a la implementación del SGA. Posteriormente, este capítulo solicita la implementación de objetivos y metas de carácter ambiental medibles en el tiempo, para evaluar la evolución y consecución de estas.
- Apoyo: se refiere a la definición de todos los factores necesarios para la consecución de los requerimientos de la norma. Dentro de estos factores, resalta la necesidad de documentación y establecimiento de registros que avalen la realización de los procedimientos ambientales, además de la

promoción de acciones formativas que concienticen y fomenten una cultura ambiental dentro de la organización.

- **Operación:** se refiere a todo proceso de planificación y control del SGA, así como la implementación de medidas para reducir impactos ambientales negativos.
- **Evaluación de desempeño:** en este apartado se demanda la evaluación del SGA. Estos procesos de verificación se complementan con la planificación y ejecución de auditorías internas en intervalos periódicos, y la revisión de los resultados por la alta dirección para la posterior toma de decisiones.
- **Mejora:** se refiere a toda no conformidad, acción correctiva y oportunidad de mejora continua que se deberá realizar al sistema de gestión ambiental.

#### **7.3.4. Ciclo Deming o PHVA**

El ciclo Deming o PHVA es un método sistemático que sirve como herramienta valiosa de conocimiento y aprendizaje para la mejora continua de un proceso, producto o servicio, a través de esfuerzos iterativos resumidos en cuatro pasos. Esta herramienta fue propuesta por primera vez por el Dr. Walter Shewhart, y posteriormente transformada y popularizada por el Dr. Edwards Deming en la década de los cincuenta (iSixSigma, 2021). Los cuatro pasos del ciclo Deming se resumen a continuación:

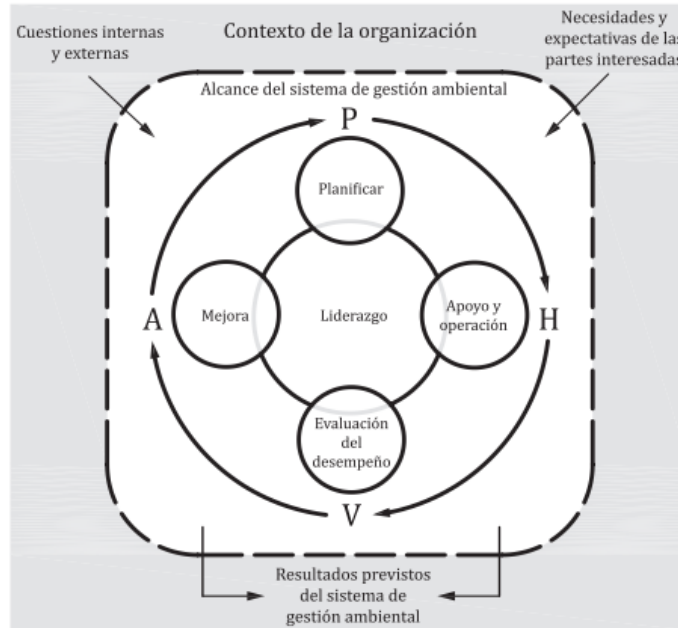
- **Planear:** se refiere a todo proceso de investigación de las características y factores importantes del proceso, producto o servicio a analizar, para entender la naturaleza del problema a resolver. Dentro de este punto,

también se establecen los planes de ejecución estratégica para la consecución de resultados.

- Hacer: consiste en la ejecución y documentación de las acciones planificadas. En este paso se recomienda realizar pruebas piloto previas para que la disrupción en el proceso sea mínima, en caso de que la solución propuesta no sea la esperada.
- Verificar: en este punto se espera obtener información que contribuya con el aprendizaje y conocimiento del proceso para el análisis de este, con el objetivo de definir la ruta crítica de acción para perseguir la mejora continua.
- Actuar: es la implementación de recomendaciones y postulación de soluciones a partir del análisis realizado. En este paso se decidirá si la solución propuesta fue efectiva para su posterior implementación definitiva, o el descarte de esta. Independientemente del resultado del proceso, se debe cuestionar el aprendizaje del proceso, y reiniciar el ciclo (iSixSigma. 2021).

El ciclo PHVA o Deming es de gran importancia para esta investigación, pues de este modelo sistemático parte la base del SGA requerido por la norma. La figura 5 resume la importancia y el papel que interpreta el ciclo PHVA en el SGA.

Figura 4. **Relación entre el ciclo Deming y la norma ISO 14001:2015**



Fuente: Organización Internacional de Normalización (ISO). 2015. *Sistemas de gestión ambiental, requisitos con orientación para su uso (ISO 14001)*.

#### 7.3.4.1. **Indicadores de desempeño ambiental**

El apartado 9 de la norma ISO 14001:2015 establece que es necesario realizar el análisis y la evaluación del desempeño ambiental del SGA con base en el paso de verificación del ciclo PHVA (Organización Internacional de Normalización, 2015). Para cumplir con estos requerimientos, es importante fijar en la planificación variables que representen cuantitativamente el rendimiento de los distintos factores ambientales a evaluar. Para ello, se utilizan los indicadores clave de desempeño ambiental (o eKPI por sus siglas en inglés) como mecanismos de evaluación del SGA. Los elementos clave de la evaluación ambiental incluye la selección de los eKPI, el análisis de datos, la evaluación de la información comparada con criterios u objetivos fijados, la preparación de



informes y acciones de mejora continua de este proceso (González, 2017). El proceso de evaluación de desempeño ambiental también toma como base el ciclo PHVA, el cual está estandarizado en la norma ISO 14031:2013, y permite a la alta dirección recopilar información importante acerca del SGA.

Los eKPI deben recopilar información clave, significativa y comparable para el posterior análisis y evaluación de desempeño ambiental. Otras de las funciones de los indicadores clave de desempeño ambientales son el apoyo al SGA, la cuantificación de metas ambientales y el apoyo a la detección de puntos potenciales de optimización y reducción de recursos. Según la Organización Internacional de Normalización (2013), los indicadores clave de desempeño ambiental se dividen en:

- Indicadores de desempeño de gestión: aportan información referente a la política, procedimientos, acciones y prácticas del SGA.
- Indicadores de desempeño operacional: aportan información referente al desempeño ambiental de las operaciones de la organización.

#### **7.3.4.2. Beneficios de la implementación de la norma 14001:2015**

Dentro de los beneficios más importantes que se pueden resaltar de la implementación de la norma ISO 14001:2015, se pueden mencionar los siguientes, según Courtnell (2019):

- Impulsa la acción sostenible y proporciona beneficios sostenibles para el éxito empresarial a largo plazo.

- Establece una ventaja de marketing
- Reduce la frecuencia de incidentes ambientales
- Mejora la reputación de la empresa
- Reduce los costos
- Atrae a accionistas e inversores
- Mejora el desempeño regulador



## 8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

OBJETIVOS

INTRODUCCIÓN

### 1. MARCO TEÓRICO

#### 1.1. Antecedentes de la empresa

1.1.1. Giro de negocio

1.1.2. Cultura organizacional

1.1.2.1. Visión

1.1.2.2. Misión

1.1.2.3. Valores

#### 1.2. Gestión ambiental

1.2.1. Problemática ambiental en Guatemala

1.2.1.1. Deforestación

1.2.1.2. Contaminación del agua

1.2.1.3. Ineficiente manejo de desechos

1.2.2. Legislación ambiental en Guatemala

1.2.3. Responsabilidad Social y Empresarial (RSE)

1.2.3.1. Responsabilidad medioambiental

1.2.3.2. Responsabilidad ética

- 1.2.3.3. Responsabilidad social y económica
    - 1.2.3.4. Beneficios de la RSE
  - 1.3. Sistema de Gestión Ambiental (SGA)
    - 1.3.1. Características
    - 1.3.2. Beneficios del Sistema de Gestión Ambiental
    - 1.3.3. Norma ISO 14001:2015
      - 1.3.3.1. Contenido de la norma ISO 14001:2015
    - 1.3.4. Ciclo Deming o PHVA
      - 1.3.4.1. Beneficios de la implementación de la norma 14001:2015
- 2. ANÁLISIS PRELIMINAR DE LA GESTIÓN AMBIENTAL EN LA EMPRESA
  - 2.1. Registros de capacitación
  - 2.2. Historial hídrico
  - 2.3. Historial energético
  - 2.4. Manejo de desechos
  - 2.5. Disposición de lodos y tratamiento de aguas residuales
  - 2.6. Procedimientos ambientales
- 3. PLANIFICACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL
  - 3.1. Matriz de actividades ambientales
  - 3.2. Riesgos y oportunidades
  - 3.3. Política ambiental
  - 3.4. Objetivos ambientales
  - 3.5. Responsabilidad de la alta dirección y compromiso
  - 3.6. Recursos
    - 3.6.1. Recurso económico
    - 3.6.2. Recurso humano
  - 3.7. Conciencia ambiental

3.8. Comunicación e información

4. IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL

4.1. Ahorro hídrico

4.2. Ahorro energético

4.3. Reciclaje y manejo de desechos sólidos

4.4. Programas de formación

4.5. Seguimiento del sistema de gestión ambiental

4.6. Medición del sistema de gestión ambiental

4.7. Evaluación del sistema de gestión ambiental

5. MEJORA CONTINUA DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL

5.1. Resultados de la implementación del SGA

5.2. Acciones recomendadas a seguir

5.3. Propuesta de acciones correctivas

5.4. Análisis de los beneficios del SGA

6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

APÉNDICES



## **9. METODOLOGÍA**

La metodología correspondiente a la presente investigación tiene un alcance descriptivo, con una ocurrencia prospectiva. Además, el diseño es no experimental y de enfoque mixto. La recolección de los datos de la investigación será transversal.

### **9.1. Características del estudio**

El enfoque del estudio propuesto es mixto, ya que se integrarán variables cualitativas referentes a la percepción de los colaboradores del sistema de gestión ambiental en la empresa, y cuantitativas como indicadores hídricos, energéticos y de manejo de residuos.

El diseño adoptado será no experimental, pues la información a recopilar de la gestión ambiental de la empresa será estudiada sin ninguna manipulación deliberada; además, el periodo y secuencia del estudio se analizará de forma transversal, previo a la propuesta de implementación de la norma ISO 14001:2015.

El alcance de la investigación a realizar será de tipo descriptivo, puesto que la información a recolectar especificará el estatus de la gestión ambiental de la empresa; sin embargo, las variables no serán correlacionadas en ningún momento.



La población en estudio serán los 150 colaboradores de la casa matriz de la empresa dedicada a la elaboración de productos químicos en el departamento de Guatemala.

## 9.2. Unidades de análisis

La población de este estudio es finita y el estudio es descriptivo, por lo que se utilizará la siguiente fórmula para el cálculo de la muestra:

$$n = \frac{NZ_{\alpha/2}^2 pq}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha/2}^2 pq}$$

[Ecuación 1]

Donde:

n: tamaño de la muestra

N: tamaño de la población

$Z_{\alpha/2}$ : parámetro estadístico dependiente del nivel de confianza

e: error de estimación máximo aceptado

p: probabilidad de que ocurra el evento estudiado

q: probabilidad de que no ocurra el evento estudiado (1-p)

Se utilizará el nivel de confianza del 95 %, por lo que el valor de  $Z_{\alpha/2}$  será de 1.96. El error máximo aceptado es establecido por el investigador, por lo que se asigna un valor del 5 % para este estudio. La probabilidad p se desconoce, por lo que, para estos casos, se asigna un valor del 50 % de que ocurra el evento estudiado (Aguilar, 2005). La probabilidad q es complementaria a p, por tanto, el porcentaje de que no ocurra el evento estudiado será de 50 %. El tamaño de la muestra será entonces de:

$$n = \frac{(150)(1.96)^2(0.5)(0.5)}{(0.05)^2 * (150 - 1) + (1.96)^2(0.5)(0.5)} \cong 109 \text{ colaboradores}$$

Se realizará entonces, el estudio de percepción de la gestión ambiental de la empresa a 109 colaboradores pertenecientes a la casa matriz ubicada en el departamento de Guatemala.

### **9.3. Variables e indicadores**

A continuación, se detallarán las variables cualitativas y cuantitativas que se utilizarán para el análisis del presente estudio.

#### **9.3.1. Variables cualitativas**

Las variables cualitativas son aquellas que expresan condiciones, características o cualidades de un objeto o grupo de estudio; por tanto, no es posible su medición de forma numérica. Para este estudio, las variables cualitativas otorgarán información importante referente al conocimiento de las prácticas ambientales de los colaboradores de la empresa, y del nivel de satisfacción de la gestión previa a la implementación del SGA basado en la ISO 14001:2015.

##### **9.3.1.1. Conocimiento de las prácticas ambientales de los colaboradores en la empresa**

El nivel del conocimiento de las prácticas ambientales llevadas a cabo en la empresa por parte de los colaboradores es una variable de estudio importante, pues otorga información referente al involucramiento del recurso humano en las actividades ambientales de la organización. Esta variable será evaluada a través

de un cuestionario con respuestas de opción múltiple. A partir de la calificación obtenida, se categorizará cualitativamente el nivel de conocimiento de los colaboradores respecto a las prácticas ambientales llevadas a cabo en la empresa. La rúbrica de evaluación será la siguiente:

Tabla I. **Rúbrica de evaluación del conocimiento de los colaboradores respecto a las prácticas ambientales de la empresa**

<b>Categoría</b>	<b>Calificación</b>
<b>Excelente</b>	95-100
<b>Muy bueno</b>	85-95
<b>Bueno</b>	75-85
<b>Necesita Mejorar</b>	<75

Fuente: elaboración propia.

Posteriormente, se contabilizan los colaboradores que quedan en cada categoría.

### **9.3.1.2. Nivel de satisfacción de clientes internos y externos de la gestión ambiental**

El nivel de satisfacción de los clientes internos y externos corresponde a la percepción que las partes interesadas tienen de la gestión ambiental de la empresa. A través de este indicador, será posible identificar deficiencias en la gestión ambiental, y posteriormente aplicar procesos de mejora continua correspondientes al sistema de gestión ambiental a proponer a través de la ISO 14001:2015. Esta variable se recolectará a través de una encuesta cerrada, la cual enlistará aspectos generales referentes al sistema de gestión ambiental de la empresa.

### **9.3.2. Variables cuantitativas**

Las variables cuantitativas son aquellas que se expresan a través de cifras numéricas; por tanto, su manipulación e interpretación debe ser analítica y rigurosa. Las variables cuantitativas de este estudio son indicadores de desempeño ambientales, los cuales aportarán a la investigación información valiosa para el análisis de la gestión ambiental previa a la implementación del SGA basado en la ISO 14001:2015.

#### **9.3.2.1. Porcentaje de empleados capacitados**

Este indicador evalúa la cantidad de colaboradores que han recibido programas de formación ambiental en la empresa, respecto al total de empleados a capacitar. El indicador se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$\%EC = \frac{\# \text{ de empleados capacitados}}{\# \text{ de empleados a capacitar}} * 100 \%$$

[Ecuación 2]

Donde:

%EC: porcentaje de empleados capacitados (%)

#### **9.3.2.2. Número de proveedores contactados para el manejo ambiental**

Este indicador evalúa la cantidad de proveedores contactados para integrarlos a la gestión ambiental de la empresa en cierto periodo de tiempo

(preferiblemente desde que se iniciaron las actividades ambientales en la empresa), y se calcula de la siguiente forma:

$$PC = \frac{\# \text{ proveedores contactados}}{\# \text{ años}}$$

[Ecuación 3]

Donde:

PC: número de proveedores contactados anualmente por la empresa para integrarlos a la gestión ambiental (# proveedores/año)

### 9.3.2.3. Inversión ambiental anual

La inversión ambiental anual no es más que los esfuerzos financieros realizados por la organización durante cierto periodo de tiempo (preferiblemente desde que se iniciaron las actividades ambientales en la empresa), y se calcula de la siguiente forma:

$$IAA = \frac{\text{inversión ambiental}}{\# \text{ años}}$$

[Ecuación 4]

Donde:

IAA: inversión ambiental anual (Q/año)

#### 9.3.2.4. Consumo energético

Indica el consumo del recurso energético en la empresa por unidad de producto, y se calcula de la siguiente forma:

$$CE = \frac{\text{Consumo energético (kWh)}}{\# \text{ producto}}$$

[Ecuación 5]

Donde:

CE: consumo energético por producto (kWh/producto)

#### 9.3.2.5. Tasa de reciclaje de envases de plástico

Cuantifica la práctica de reciclaje, específicamente en la reutilización de recipientes plásticos (canecas, toneles, entre otros), y se determina de la siguiente forma:

$$\%REP = \frac{\# \text{ envases reciclados}}{\# \text{ envases totales}} * 100\%$$

[Ecuación 6]

Donde:

%REP: tasa de reciclaje de envases de plástico

### 9.3.2.6. Consumo de agua

Indica la utilización del recurso hídrico en la empresa por unidad de producto, y se calcula de la siguiente forma:

$$CA = \frac{\text{Consumo de agua (m}^3\text{)}}{\# \text{ producto}}$$

[Ecuación 7]

Donde:

CA: consumo de agua por unidad de producto (m<sup>3</sup>/producto)

### 9.3.2.7. Agua residual descargada

Representa el volumen de aguas residuales que la empresa debe acondicionar por unidad de producto, y se calcula de la siguiente forma:

$$ARD = \frac{\text{Volumen de aguas residuales (m}^3\text{)}}{\# \text{ producto}}$$

[Ecuación 8]

Donde:

ARD: agua residual descargada por unidad de producto (m<sup>3</sup>/producto)

### 9.3.2.8. Eficiencia en las actividades de formación ambiental

Cuantifica el aprendizaje y comprensión de la información impartida en los programas de formación ambiental a los colaboradores, y se determina de la siguiente forma:

$$EAFA = \frac{\# \text{ Personas aprobadas}}{\# \text{ Personas evaluadas}} * 100\%$$

[Ecuación 9]

Donde:

EAFA: porcentaje de eficiencia en las actividades de formación ambiental (%)

Los indicadores de desempeño ambiental enlistados anteriormente serán una herramienta de información importante para definir el panorama ambiental de la empresa, a través de la gestión y las actividades relacionadas con el ahorro y optimización de los recursos disponibles para la compañía.



### 9.3.3. Resumen de análisis de variables e indicadores

El resumen de análisis de variables e indicadores utilizados para esta investigación se muestra a continuación.

Tabla II. **Resumen de variables cuantitativas y cualitativas**

<b>Variable</b>	<b>Definición teórica</b>	<b>Definición operativa</b>
Porcentaje de empleados capacitados	Cantidad de empleados con programas de formación ambiental realizados.	Se investigará la cantidad de empleados capacitados entre los empleados a capacitar.
Número de proveedores contactados para el manejo ambiental	Cantidad de proveedores contactados para verificar el cumplimiento ambiental requerido para cumplir con la norma ISO 14001:2015.	Se investigará la cantidad de proveedores contactados en el año.
Inversión ambiental anual	Inversión realizada en programas y actividades ambientales en el año.	Se investigará la inversión ambiental por año.
Conocimiento de las prácticas ambientales de los colaboradores en la empresa	Cantidad de empleados conscientes de las prácticas ambientales que la empresa lleva a cabo.	Se medirá a través de evaluaciones la cantidad de empleados aprobados en conocimientos ambientales.
Consumo energético por unidad de producto	Cantidad de energía eléctrica consumida por unidad de producto líquido.	Se investigará el consumo energético por la cantidad de productos líquidos producidos.
Tasa de reciclaje de envases de plástico	Cantidad de envases plásticos reciclados respecto a los envases totales utilizados.	Se investigará la cantidad de envases reciclados entre los envases totales utilizados.
Consumo de agua por unidad de producto	Cantidad de agua consumida por unidad de producto líquido.	Se investigará la cantidad de agua utilizada por unidad de producto.

Continuación de la tabla II.

<b>Variable</b>	<b>Definición teórica</b>	<b>Definición operativa</b>
Agua residual descargada por unidad de producto	Cantidad de agua descargada para su disposición final por unidad de producto líquido.	Se investigará la cantidad de agua descargada por unidad de producto.
Nivel de satisfacción de clientes internos y externos de la gestión ambiental	Percepción y satisfacción de los clientes respecto a la gestión ambiental en la empresa.	Se medirá con encuestas cerradas el nivel de satisfacción ambiental de los clientes.
Eficiencia en las actividades de formación ambiental	Nivel de comprensión de los programas de formación ambiental impartidos a los colaboradores.	Se medirá a través de exámenes el aprendizaje percibido en los programas de formación

Fuente: elaboración propia.

Tabla III. **Matriz de análisis de variables e indicadores**

Objetivo	Variable	Tipo de variable	Indicador	Técnica de recolección
Identificar las prácticas ambientales que se llevan a cabo en la empresa que se dedica a la producción de especialidades químicas ubicada en el departamento de Guatemala.	Porcentaje de empleados capacitados	Cuantitativa	$\%EC = \frac{\# \text{ de empleados capacitados}}{\# \text{ de empleados a capacitar}} * 100 \%$	Investigación documental acerca de los registros de capacitación
	Número de proveedores contactados para el manejo ambiental	Cuantitativa	$PC = \frac{\# \text{ proveedores contactados}}{\# \text{ años}}$	Investigación documental
	Inversión ambiental anual	Cuantitativa	$IAA = \frac{\text{inversión ambiental}}{\# \text{ años}}$	Investigación documental de los registros financieros de la empresa
	Conocimiento de las prácticas ambientales de los colaboradores en la empresa	Cualitativa		Listas (exámenes)
Analizar los puntos críticos ambientales que se practican en la gestión ambiental de la empresa que se dedica a la producción de especialidades químicas ubicada en el departamento de Guatemala.	Consumo energético por unidad de producto	Cuantitativa	$CE = \frac{\text{Consumo energético (kWh)}}{\# \text{ producto}}$	Investigación documental de facturas de electricidad
	Tasa de reciclaje de envases de plástico	Cuantitativa	$\%REP = \frac{\# \text{ envases reciclados}}{\# \text{ envases totales}} * 100 \%$	Investigación documental de registros de producción y aseguramiento de calidad

Continuación de la tabla III.

<b>Consumo de agua por unidad de producto</b>	<b>Cuantitativa</b>	$CA = \frac{\text{Consumo de agua (m}^3\text{)}}{\# \text{ producto}}$	<b>Investigación documental de contadores y facturas de agua</b>
Agua residual descargada por unidad de producto	Cuantitativa	$ARD = \frac{\text{Volumen de aguas res. (m}^3\text{)}}{\# \text{ producto}}$	-Observación -Investigación documental de los registros de descargas de agua
Determinar los beneficios de la implementación del sistema de gestión ambiental en la empresa que se dedica a la producción de especialidades químicas ubicada en el departamento de Guatemala.	Nivel de satisfacción de clientes internos y externos de la gestión ambiental	Cualitativa	Encuestas cerradas
	Eficiencia en las actividades de formación ambiental	Cuantitativa $EFA = \frac{\# \text{ Personas aprobadas}}{\# \text{ Personas evaluadas}} * 100 \%$	Listas (exámenes)

Fuente: elaboración propia.

#### **9.4. Fases del estudio**

La investigación se realizará por medio de 4 fases:

- Fase 1: revisión documental

Para esta fase, se utilizará la técnica de recolección de información de revisión documental, en la cual se estarán examinando registros de capacitaciones, financieros, de consumos hídricos y energéticos y de producción para su posterior análisis.

- Fase 2: gestión de información

Posterior a la recolección de datos, se realizará un análisis de las variables cualitativas y cuantitativas como un diagnóstico preliminar a la planificación del sistema de gestión ambiental con lineamientos de la ISO 14001:2015. Luego del diagnóstico preliminar, se realizará la planificación a través de una matriz de actividades, en la cual se propondrán acciones que complementen la gestión ambiental que se ha llevado a cabo en la empresa para cumplir los lineamientos del sistema de gestión ambiental a implementar. Estas actividades tendrán una fecha crítica de implementación.

- Fase 3: análisis de información

La implementación deberá cumplir con la planificación establecida en la fase 2 del estudio. Luego de la ejecución de las actividades planificadas, se deberá realizar una nueva evaluación, para verificar el cumplimiento de los lineamientos requeridos por la norma ISO 14001:2015.

- Fase 4: interpretación de información

El punto 10 de la norma ISO 14001:2015 requiere acciones de mejora continuas para incrementar la eficiencia del desempeño ambiental. Para esto, se evaluarán los resultados del análisis de la gestión ambiental, y posteriormente se establecerán planes de acción que promuevan la mejora continua, con sus respectivas fechas críticas de implementación.



## 10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

A continuación, se ampliará la información respecto al procesamiento de datos a través de las técnicas de análisis de información para la presente investigación.

### 10.1. Herramientas estadísticas

Debido al alcance de esta investigación, el procesamiento de datos se llevará a cabo a través de herramientas de la estadística descriptiva. A continuación, se presentarán las herramientas a utilizar para el procesamiento de las variables cuantitativas de este estudio.

#### 10.1.1. Media

La media es una medida de tendencia central, la cual se resume como la suma de un conjunto numérico entre la cantidad total de datos (Devore, 2016).

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N}$$

[Ecuación 10]

Donde:

$\bar{x}$  : media

N: total del conjunto de datos

$x_i$ : valor i-ésimo del conjunto de datos



La media será utilizada, principalmente, para el procesamiento de los indicadores de desempeño ambiental, y formará parte de la metodología de cálculo de las fases 1 y 3.

### 10.1.2. Desviación estándar

La desviación estándar es un estadístico que proporciona información referente al grado de dispersión de una variable respecto a la media o valor esperado (Devore, 2016). La desviación estándar se calcula de la siguiente forma:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{X})^2}{N}}$$

[Ecuación 11]

Donde:

$\bar{x}$  : media

N: total del conjunto de datos

$x_i$ : valor i-ésimo del conjunto de datos

$\sigma$ : desviación estándar

En este estudio, la desviación estándar proporcionará información útil para determinar el grado de dispersión de los indicadores ambientales respecto a la media de cada uno. Este estadístico será utilizado para representar el grado de dispersión de las variables en las fases 1 y 3 de la investigación.

### 10.1.3. Gráfico de sectores

El gráfico de sectores, o comúnmente conocido diagrama de pastel, es una herramienta útil para el procesamiento de datos correspondientes al comportamiento de las variables cualitativas (Devore, 2016). A través de la siguiente ecuación, es posible representar gráficamente la frecuencia de los datos:

$$\alpha_i = \frac{360^\circ}{N} * n_i$$

[Ecuación 12]

Donde:

$\alpha_i$ : ángulo del sector representado por la variable i-ésima (°).

$N$ : total de observaciones de la muestra.

$n_i$ : frecuencia de la variable i-ésima.

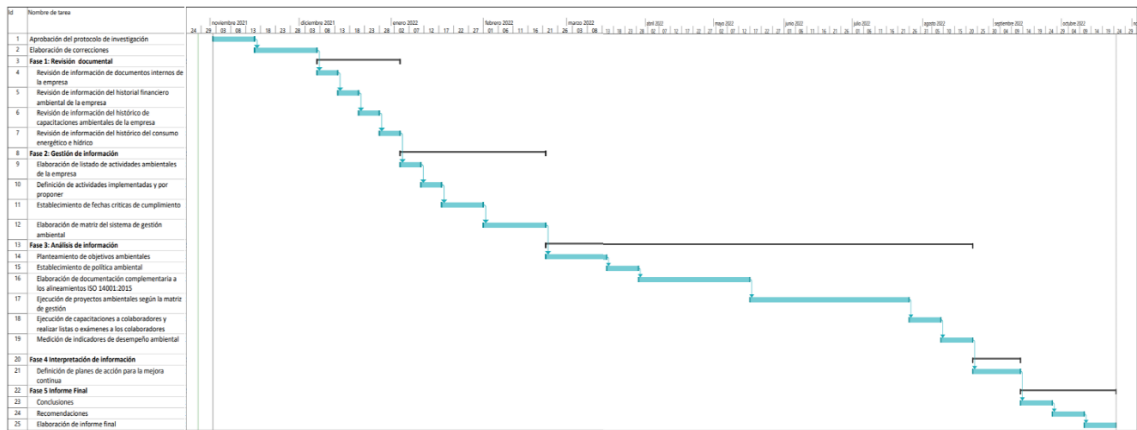
Este recurso gráfico será utilizado en las fases 1 y 3 del estudio de investigación.



# 11. CRONOGRAMA

A continuación, se detalla la planificación de las actividades de esta investigación en el siguiente cronograma de actividades:

Tabla IV. **Cronograma de actividades del estudio de investigación**



Fuente: elaboración propia.



## 12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

La factibilidad del estudio será principalmente analizada desde el aspecto económico, pues los recursos necesarios serán costeados por el investigador. Debido a que los cuestionarios serán realizados a través de plataformas virtuales, se excluyen los gastos materiales para esta técnica de recolección de información. La tabla de gastos para la consecución de esta investigación se detalla a continuación.

Tabla V. **Gastos necesarios para la consecución de la investigación**

<b>Descripción</b>	<b>Costo total</b>
Honorarios por asesoría	Q 0.00
Gastos varios	Q 1,500.00
Transporte	Q 8,000.00
Alimentación	Q 5,500.00
<b>Total</b>	<b>Q 15,000.00</b>

Fuente: elaboración propia.



## REFERENCIAS

1. Agencia EFE. (13 de julio, 2017). *El 99 % de los vertederos que hay en Guatemala son ilegales*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de: <https://www.efe.com/efe/america/sociedad/el-99-de-los-vertederos-que-hay-en-guatemala-son-ilegales/20000013-3324391>
2. Aguilar, S. (2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. *Salud en Tabasco*, 11(2), 333-338.
3. Araque, M.; Avilés, E.; Castro Álvarez, D.; Cuarán, F., y García, D. (2018). *Gestión Ambiental en la empresa mediante la Norma ISO 14001-2015*. Ecuador: Ediciones Abya-Yala.
4. Cayero, D. (2018). *Implantación de la Norma ISO 14001:2015 en la conserva TOMATEX, S.A.* (Tesis de Maestría). Universidad Internacional de La Rioja, España.
5. Courtnell, J. (4 de octubre 2021). *What is Environmental Management? How you can implement it today*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de: <https://www.process.st/environmental-management/>
6. Devore, J. (2008). Probabilidad y Estadística para Ingeniería y ciencias. Estados Unidos: *Cengage Learning*.
7. Díaz, S. (agosto, 2015). Las políticas ambientales en Guatemala. *Revista Ingeniería y Ciencia*. 2(1). 2-15.



8. El Periódico. (15 de agosto, 2018). *Pesca en el río Motagua se redujo debido a la contaminación*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de: <https://elperiodico.com.gt/nacionales/2018/08/15/pesca-en-el-rio-motagua-se-redujo-debido-a-la-contaminacion/>
9. Fernando, J. (7 de marzo, 2021). *Corporate Social Responsibility (CSR)*. *Investopedia*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de: <https://www.investopedia.com/terms/c/corp-social-responsibility.asp>
10. Fundación para el Desarrollo de Guatemala. (3 de marzo, 2019). *Desempeño Ambiental*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de: <https://www.fundesa.org.gt/indices-y-evaluaciones-de-pais/indices-internacionales/desempeno-ambiental>
11. González, H. (25 de febrero, 2017). *Evaluación del desempeño ambiental en ISO 14001:2015*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de: <https://calidadgestion.wordpress.com/2017/02/25/evaluacion-del-desempeno-ambiental-en-iso-140012015/>
12. Herrera, V. (2019). *Implantación de un sistema de gestión ambiental en la compañía de transporte turístico "ALAMEDATOUR, S.A."*. (Tesis de maestría). Universidad Internacional de La Rioja, Ecuador.
13. Isixsigma. (22 de enero, 2021). *Deming Cycle, PDCA Definition*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de: <https://www.isixsigma.com/dictionary/deming-cycle-pdca/>
14. Martínez, A. (marzo, 2019). *Actualización del sistema de gestión ambiental NTC ISO 14001:2004 hacia la versión NTC ISO 14001:2015 en una*

*empresa del sector de construcción de vías 4G.* (Tesis de maestría), Universidad de Ibagué, Colombia.

15. Melissa96. (15 de mayo, 2015). *Gráfica 4 – Ciclo PHVA como herramienta de evaluación.* [Mensaje en un blog]. Recuperado de: <https://melissal96.wordpress.com/galeria/grafica-4-ciclo-phva-como-herramienta-de-evaluacion-2/>
16. Monterroso, O.; López, G.; Gálvez, J. (2012). *Análisis sistémico de la deforestación en Guatemala y propuesta de políticas para revertirla.* Guatemala: Universidad Rafael Landívar.
17. Navarro, J. (8 de junio, 2021). *Contaminación del agua debido a la descomposición de los residuos sólidos (IV/IV).* [Mensaje en un blog]. Recuperado de: <https://www.iagua.es/blogs/javier-navarro/efecto-lluvias-desechos-solidos-iiiiiv-0>
18. Organización Internacional de Normalización (ISO). (septiembre, 2015). *Sistemas de gestión ambiental, requisitos con orientación para su uso (ISO 14001).* Suiza: ISO.
19. Pérez, C. (2020). *Propuesta de diseño de un sistema integrado de gestión ISO 9001:2015 e ISO 14001:2015.* (Tesis de maestría), Universidad Andina Simón Bolívar, Ecuador.
20. Pérez Marroquín, C. (7 de agosto, 2017). *El 95 % del agua se desperdicia en Guatemala debido a la contaminación ambiental.* [Mensaje en un blog]. Recuperado de: <https://www.prensalibre.com/ciudades/el-95->

del-agua-se-desperdicia-en-guatemala-debido-a-contaminacion-ambiental/

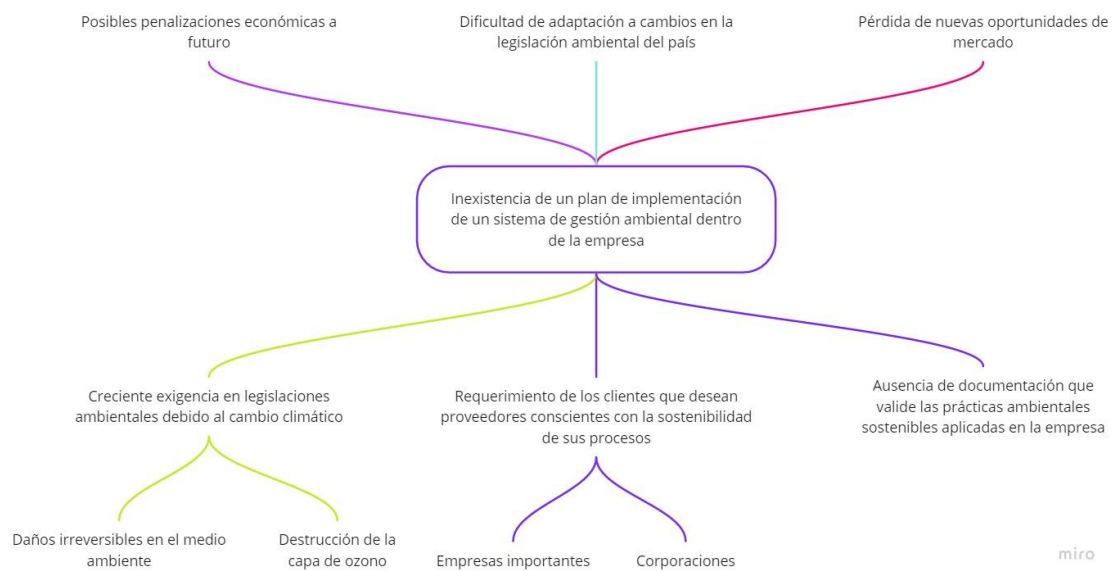
21. Pezzarossi, J. (2010). *Guía para la implementación de la aplicación de la norma ISO 14001 en el proceso de producción de la caña de azúcar*. (Tesis de maestría). Universidad San Carlos De Guatemala, Guatemala.
22. Sacayón, J. y Cifuentes, M. (18 de agosto, 2020). *Capitalizando nuestra biodiversidad: generando oportunidades para el desarrollo*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de: <https://www.gt.undp.org/content/guatemala/es/home/presscenter/articles/2020/08/18/capitalizando-nuestra-biodiversidad--generando-oportunidades-par.html>
23. Salas, L. (14 de octubre, 2020). *La crisis del recurso hídrico en Guatemala*. Diario La Hora. [Mensaje en un blog]. Recuperado de: <https://lahora.gt/la-crisis-del-recurso-hidrico-en-guatemala/>
24. Saldarriaga, R. (2021). *Implementación de la norma ISO 14001:2015 en el sistema de gestión ambiental de la empresa embotelladora San Miguel del Sur – Huaura 2018*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional José Fausto Sánchez, Perú.
25. Salvatierra, C. (29 de junio, 2009). *Guatemala: Los amargos impactos de la caña de azúcar*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de: <https://wrm.org.uy/fr/les-articles-du-bulletin-wrm/section1/guatemala-los-amargos-impactos-de-la-cana-de-azucar/>

26. Stobierski, T. (8 de abril, 2021). *Types of Corporate Social Responsibility to Be Aware Of*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de: <https://online.hbs.edu/blog/post/types-of-corporate-social-responsibility>
  
27. Universitat Carlemany. (17 de agosto, 2021). *Responsabilidad Social Ambiental: qué es y ejemplos*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de: <https://www.universitatcarlemany.com/actualidad/responsabilidad-social-ambiental-que-es-y-ejemplos>
  
28. Yajure, J. A. (27 de abril, 2021). *Guatemala: Expansión de cultivos de palma africana atentan contra ecosistemas y biodiversidad, advierten organizaciones no gubernamentales*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de: <https://laderasur.com/estapasando/guatemala-expansion-de-cultivos-de-palma-africana-atentan-contra-ecosistemas-y-biodiversidad-advierten-organizaciones-no-gubernamentales/>



# APÉNDICES

## Apéndice 1. Árbol de problema



Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 2. Matriz de coherencia

Tema	Título	Problema	Pregunta Central	Preguntas Secundarias	Objetivo Central	Objetivos Secundarios
Gestión ambiental	Diseño de un plan para implementar un sistema de gestión ambiental bajo la norma ISO 14001:2015 en una empresa dedicada a la producción de especialidades químicas ubicada en el departamento de Guatemala	Inexistencia de un plan para implementar un sistema de gestión ambiental dentro de una empresa dedicada a la elaboración de productos químicos, que cumpla con la legislación del país y que permita la certificación internacional de estos lineamientos	¿Qué sistema de gestión se deberá proponer para poder cumplir con la legislación ambiental del país y optar a una certificación internacional en una empresa dedicada a la producción de especialidades químicas ubicada en el departamento de Guatemala?	¿Qué prácticas ambientales se llevan a cabo en la empresa que se dedica a la producción de especialidades químicas ubicada en el departamento de Guatemala?	Diseñar un plan para la implementación de un sistema de gestión ambiental bajo la norma ISO 14001:2015, en una empresa dedicada a la producción de especialidades químicas ubicada en el departamento de Guatemala.	Identificar las prácticas ambientales que llevan a cabo en la empresa que se dedica a la producción de especialidades químicas ubicada en el departamento de Guatemala.
				¿Qué puntos críticos ambientales se practican en la gestión ambiental de la empresa que se dedica a la producción de especialidades químicas ubicada en el departamento de Guatemala?		Analizar los puntos críticos ambientales se practican en la gestión ambiental de la empresa que se dedica a la producción de especialidades químicas ubicada en el departamento de Guatemala
				¿Cuáles son los beneficios de la implementación del sistema de gestión ambiental en la empresa que se dedica a la producción de especialidades químicas ubicada en el departamento de Guatemala?		Determinar los beneficios de la implementación del sistema de gestión ambiental en la empresa que se dedica a la producción de especialidades químicas ubicada en el departamento de Guatemala.

Fuente: elaboración propia.