



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Estudios de Postgrado  
Maestría en Gestión Industrial

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS EN  
UNA EMPRESA DE ELABORACIÓN DE ALIMENTOS PARA LA MITIGACIÓN DEL  
IMPACTO AMBIENTAL**

**Inga. Blancandrea Divas Reynosa**

Asesorado por la Mtra. Jacqueline de León

Guatemala, febrero de 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS EN  
UNA EMPRESA DE ELABORACIÓN DE ALIMENTOS PARA LA MITIGACIÓN DEL  
IMPACTO AMBIENTAL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**INGA. BLANCANDREA DIVAS REYNOSA**

ASESORADO POR EL MTRA. JACQUELINE DE LEÓN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**MAESTRA EN GESTIÓN INDUSTRIAL**

GUATEMALA, FEBRERO DE 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

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

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

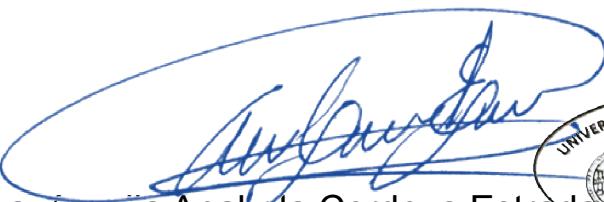
DECANA	Mtra. Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Mtro. Ing. Kenneth Lubeck Corado Esquivel
EXAMINADOR	Mtro. Ing. Walter Darío Caal Mérida
EXAMINADORA	Mtra. Inga. Brenda Zulema Sierra Belches
SECRETARIO	Mtro. Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

Decanato  
Facultad de Ingeniería  
24189101- 24189102  
[secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt](mailto:secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt)

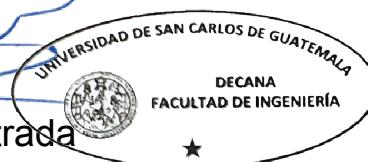
LNG.DECANATO.OI.157.2023

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 Estudios de Posgrado, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS EN UNA EMPRESA DE ELABORACIÓN DE ALIMENTOS PARA LA MITIGACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL**, presentado por: **Inga. Blancandrea Divas Reynosa**, que pertenece al programa de Maestría en artes en Gestión industrial 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



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
DECANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
★

Decana

Guatemala, febrero de 2023

AACE/gaoc



**Guatemala, febrero de 2023**

LNG.EEP.OI.157.2023

En mi calidad de Director de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del asesor, verificar la aprobación del Coordinador de Maestría y la aprobación del Área de Lingüística al trabajo de graduación titulado:

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANEJO DE  
DESECHOS SÓLIDOS EN UNA EMPRESA DE ELABORACIÓN DE  
ALIMENTOS PARA LA MITIGACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL”**

presentado por **Inga. Blancandrea Divas Reynosa**  
correspondiente al programa de **Maestría en artes en Gestión  
industrial**; apruebo y autorizo el mismo.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

  
**Mtro. Ing. Edgar Dario Alvarez Cotí**  
Director

**Escuela de Estudios de Postgrado**  
**Facultad de Ingeniería**





Guatemala, 17 de mayo 2022

Como coordinador de la **Maestría en Artes en Gestión Industrial**,  
jornada entre semana, doy el aval correspondiente para la  
aprobación del Trabajo de Graduación titulado: "**DISEÑO E  
IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANEJO DE DESECHOS SÓOLIDOS  
EN UNA EMPRESA DE ELABORACIÓN DE ALIMENTOS PARA LA  
MITIGACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.**" presentado por la  
Ingeniera **Blancandrea Divas Reynosa** quien se identifica con  
carné **201020802**.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"



**Mtro. Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez**  
**Coordinador de Maestría**  
**Gestión Industrial entre semana**  
**Escuela de Estudios de Postgrado**

Guatemala, 15 de febrero de 2022.

Ingeniero M.Sc.  
Edgar Álvarez Cotí  
Director  
Escuela de Estudios de Postgrado  
Facultad de Ingeniería USAC  
Ciudad Universitaria, Zona 12

Señor director:

Por este medio me dirijo a usted, para informarle que he llevado a cabo la revisión y aprobación del informe final: "**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS EN UNA EMPRESA DE ELABORACIÓN DE ALIMENTOS PARA LA MITIGACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL**", presentado por la estudiante Blancandrea Divas Reynosa, no. DPI: 2156 56539 0101, de la maestría gestión industrial.

El informe final se ha desarrollado cumpliendo con el Normativo de Tesis y Trabajos de Graduación de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería, por lo que considero que llena los requisitos académicos para que pueda ser aprobado y el estudiante pueda continuar con la realización del trabajo de graduación.

Ing. Jacqueline Rosicela de León García  
Ingeniera Química Industrial  
Colegiado No. 739



VoBo. \_\_\_\_\_

**Jacqueline de León**  
M.Sc. en Reingeniería y Tecnologías de Aseguramiento  
Ingeniera Química Industrial Colegiado No. 739  
Asesor

## **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 E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS EN UNA EMPRESA DE ELABORACIÓN DE ALIMENTOS PARA LA MITIGACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL**

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

**Inga. Blancandrea Divas Reynosa**

## **ACTO QUE DEDICO A:**

**Dios**

Por guiarme durante toda mi vida y brindarme las oportunidades que me permitieron llegar a este momento. Para ti toda gloria y honra.

**Mis padres**

Alida Reynosa Franco y Flavio Divas Villagrán. Por darme la vida y brindarme apoyo en los estudios durante toda mi vida, e inspirarme a cumplir mis metas y sueños.

**Mis hermanos**

Flavio Fernando, Alisson Pamela, Alida Stephany, Pablo Alejandro y Nathalie Abigail Divas Reynosa. Por ser una compañía agradable, fuente de fortaleza y motivo de inspiración para ser un buen ejemplo como hermana mayor.

**Mi esposo**

Harry Aissa Pérez Urizar, por ser mi apoyo en esta última etapa de la carrera y por ser mi pareja ideal.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

- Universidad de San Carlos de Guatemala** Por ser una fuente de conocimiento y aprendizaje para toda persona que lo busca.
- Facultad de Ingeniería** Por abrirme las puertas y darme la oportunidad de cerrar un postgrado.
- Mis amigos de la Facultad** Angel Hernández, por ser mi compañía diaria en la Universidad y acompañarme en todo momento durante la carrera.
- Jacqueline de León** Por ser mi asesora y por formarme diariamente como profesional.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VII
GLOSARIO .....	IX
RESUMEN .....	XI
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	XIII
OBJETIVOS .....	XVII
RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO .....	XIX
INTRODUCCIÓN .....	XXIII
1. MARCO REFERENCIAL .....	1
1.1. Estudios Previos .....	1
2. MARCO TEÓRICO .....	5
2.1. Desechos Sólidos .....	5
2.2. Clasificación de los desechos sólidos .....	5
2.2.1. En función de Sus Características .....	6
2.2.1.1. Desechos Sólidos Urbanos .....	6
2.2.1.2. Desechos de Manejo Especial .....	6
2.2.1.3. Desechos Peligrosos .....	7
2.2.2. Por su Composición .....	7
2.2.2.1. Desechos Orgánicos o Biodegradables .....	8
2.2.2.2. Desechos inorgánicos o no biodegradables .....	8
2.2.2.3. Desechos eléctricos y electrónicos .....	9

2.3.	Manejo de los desechos sólidos .....	10
2.3.1.	Plan de manejo desechos sólidos .....	10
2.3.1.1.	Regla de las 3R .....	11
2.3.1.2.	Reducir .....	11
2.3.1.3.	Reusar.....	12
2.3.1.4.	Reciclar .....	12
2.3.2.	Incineración .....	13
2.3.3.	Compostaje .....	15
2.3.4.	Relleno sanitario.....	16
2.4.	Problemática actual de los desechos sólidos.....	17
2.5.	Riesgo ambiental .....	18
2.6.	Análisis del riesgo ambiental.....	19
2.7.	Impacto ambiental.....	20
2.7.1.	Impacto ambiental causado por desechos sólidos .....	21
2.7.1.1.	Contaminación del recurso hídrico .....	21
2.7.1.2.	Contaminación del Recurso Atmosférico .....	22
2.7.1.3.	Contaminación del Recurso del Suelo .....	23
2.7.1.4.	Contaminación por Paisajismo .....	23
2.7.1.5.	Alteración de los ecosistemas .....	24
2.7.2.	Evaluación del Impacto ambiental.....	24
2.8.	Legislación Ambiental Guatemala .....	26
3.	DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN .....	29
3.1.	Técnicas de análisis de información.....	30
3.1.1.	Fase I .....	30
3.1.2.	Fase II .....	31

3.1.3. Fase III.....	31
4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	33
4.1. Cuantificación y clasificación de los desechos sólidos .....	33
4.2. Evaluación de análisis de riesgos.....	37
4.3. Procedimiento de descarte .....	47
4.3.1. Desechos de áreas de proceso .....	48
4.3.2. Desechos de áreas de servicio generales y administrativos.....	50
4.3.3. Desechos sólidos varios .....	53
4.3.4. Desechos líquidos especiales.....	56
4.4. Costos .....	57
5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	59
5.1. Cuantificación y clasificación de los desechos sólidos .....	59
5.2. Evaluación de análisis de riesgos.....	60
5.3. Procedimiento de descarte .....	60
5.4. Análisis de costos.....	61
CONCLUSIONES .....	63
RECOMENDACIONES.....	65
REFERENCIAS .....	67
APÉNDICES .....	71



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Estación de reciclaje de la municipalidad de Guatemala .....	13
2.	Incineración de los desechos sólidos.....	15
3.	Relleno sanitario .....	17
4.	Contaminación del recurso atmosférico .....	22
5.	Contaminación por paisajismo .....	24
6.	Clasificación de desechos sólidos.....	34
7.	Cuantificación de los desechos sólidos.....	34
8.	Peso de principales desechos sólidos encontrados en el depósito general.....	35
9.	Segregación de los desechos sólidos por código de colores .....	48
10.	Recolección de subproductos en áreas operativas.....	49
11.	Recolección de material de empaque en áreas operativas.....	50
12.	Estación de descarte área de cafetería.....	51
13.	Estación de descarte área administrativa.....	51
14.	Descarte de desechos sólidos en general.....	52
15.	Estación de descarte área clínica .....	54
16.	Estación de descarte para electrónicos.....	54

### TABLAS

I.	Variables.....	XXI
II.	Tiempo de degradación de residuos sólidos inorgánicos .....	9
III.	Cuantificación de residuos sólidos .....	36

IV.	Clasificación de Desechos por Proceso .....	37
V.	Matriz de evaluación de riesgos .....	38
VI.	Evaluación de riesgo del proceso de control de calidad.....	39
VII.	Evaluación de riesgo del proceso de bodegas .....	40
VIII.	Evaluación de riesgo del proceso de molino .....	42
IX.	Evaluación de riesgo del proceso de producción .....	43
X.	Evaluación de riesgo del proceso de mantenimiento .....	44
XI.	Evaluación de riesgo de las áreas administrativas .....	46
XII.	Evaluación de riesgo de la cafetería.....	47
XIII.	Tratamiento de desechos sólidos .....	53
XIV.	Tratamiento de desechos sólidos varios .....	55
XV.	Tratamiento de desechos líquidos especiales .....	57
XVI.	Costos de implementación .....	58
XVII.	Utilidades antes y después de implementación semestral .....	58

## **LISTA DE SÍMBOLOS**

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>Kg</b>	Kilogramos
<b>m<sup>3</sup></b>	Metro cúbico
<b>(%)</b>	Porcentaje
<b>Q</b>	Quetzal



## GLOSARIO

<b>Aspecto Ambiental</b>	Elemento que deriva de la actividad empresarial de la organización (sea producto o servicio) y que tiene contacto o puede interactuar con el medio ambiente.
<b>Impacto Ambiental</b>	Alteración o modificación que causa una acción humana sobre el medio ambiente.
<b>Medida de control</b>	Actividad que puede realizarse para prevenir o eliminar un peligro o un riesgo.
<b>Mitigación</b>	Conjunto de medidas que se pueden tomar para contrarrestar o minimizar los impactos ambientales negativos.
<b>Plan</b>	Programa en el que se detalla los lineamientos y conjunto de medios necesarios para llevar a cabo un proyecto.
<b>Riesgo</b>	Posibilidad de que se produzca un daño o catástrofe en el medio ambiente debido a un fenómeno natural o a una acción humana.
<b>Segregación</b>	Proceso por el cual se debe separar en forma correcta y eficiente los distintos productos desechados.

**Utilidad**

Répartición de las ganancias que logró una empresa o que produjo una cierta operación o actividad.

## **RESUMEN**

La gestión de manejo de desechos es una de las prioridades más importantes de la sociedad actual, no solo para formación de cultura en las personas si no una necesidad para la corrección de impactos ambientales. Entre ellos podemos resaltar la consecuencia de la acción antrópica e industrial de la población mundial. Dentro de este marco de gestión ambiental, se encuentra este estudio, el cual se enfoca en la elaboración de un plan de manejo de desechos sólidos, incluida la clasificación, cuantificación y análisis de costo, en una industria de alimentos. Dicho estudio requiere buscar una solución a problemáticas ambientales de la empresa, sentando bases para el desarrollo de planes de gestión para otros tipos de problemas ambientales como aguas residuales o emisiones que impactan a nivel atmosférico, demostrando también el compromiso de la empresa al desarrollo de la sostenibilidad y su responsabilidad social empresarial.

El objetivo del estudio es el diseño e implementación de un plan de manejo de desechos sólidos para mitigar el impacto ambiental causado por los procesos administrativos y productivos de una empresa de elaboración de alimentos. Para esto se cuantificaron los desechos por la empresa tanto en el área productiva como administrativa. Se realizó un análisis de manejo de riesgos de cada proceso dentro de la empresa, evaluando impactos y detallando las medidas de control, se elaboró un procedimiento de descarte para la disposición final de cada tipo de desecho según su clasificación y se realizó un análisis de costo y utilidad antes y después de la implementación del plan para evaluar su impacto en la empresa.

El estudio dio inicio con la recolección de datos de los desechos sólidos por medio de la cuantificación y clasificación de estos, realizada de una frecuencia semanal, por un periodo de 2 meses en total obteniéndose los datos necesarios para trabajar en el desarrollo del plan. Luego se realizó el planteamiento y evaluación de los análisis de riesgo por proceso, determinando severidad y probabilidad, así como estableciendo medidas de control. Toda esta información fue entrada para la implementación del plan. Por último, se realizó un análisis de los costos relacionados a la implementación del plan. Para el análisis del costo de manejo de desechos, se realizó un análisis de utilidades, antes y después de la implementación del plan de manejo de desechos.

Como resultado del estudio, se implementó el plan de manejo de desechos sólidos, con un procedimiento establecido y un análisis de riesgo para cada uno de los procesos de la empresa, con las medidas de mitigación en los casos pertinentes. En la cuantificación de desechos generados, se obtuvo un promedio mensual de 9,666.5 Kg, además de realizarse una clasificación dentro de 8 categorías. A partir del análisis de costo se determinó el costo de implementación del plan, el cual fue de Q2684.86. Por último, se calcularon las utilidades antes y después de realizar la disposición correcta de desechos sólidos, obteniendo una utilidad antes de Q199,750.28 y después de Q131,663.45. La reducción de utilidad fue una consecuencia de los costos del manejo y tratamiento correcto de los desechos sólidos generados por la empresa.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El manejo de los desechos sólidos es una prioridad y responsabilidad para las empresas en Guatemala. Para prevenir la contaminación del medio ambiente se debe participar en la recolección, tratamiento y disposición de los desechos sólidos, y así reducir el impacto ambiental. Actualmente las organizaciones utilizan modelos o programas de manejo de desechos sólidos para mejorar su gestión orientados a la excelencia y destacar sobre los competidores.

- Contexto general

La empresa en donde se elaboró el proyecto de investigación está ubicada en la ciudad de Guatemala y se dedica a realizar alimentos secos derivados del trigo. La capacidad de producción redondea las 5000 toneladas métricas al mes. Para la elaboración del producto terminado se necesitan diversas materias primas y material de empaque.

Como toda planta de producción, la generación de desechos sólidos es inevitable por lo cual un manejo adecuado puede ser vital para el medio ambiente. Los desechos más comunes que se obtienen del proceso son: orgánicos, plásticos, cartón, metal, madera, entre otros.

La municipalidad de Guatemala tiene un acuerdo del consejo municipal de Guatemala No. 028-2002 dónde incentiva al desarrollar programa de reciclaje, principalmente para productos de embalaje como cajas de cartón y bolsas plásticas. Adicional, existen normas internacionales que fomentan a la

implementación de monitoreos para reducir los impactos ambientales que la empresa puede presentar afectando el medio ambiente.

La empresa en cuestión solamente realizaba el reciclaje de papel y cartón a través de una empresa externa que presta dichos servicios. Los demás desechos eran descartados por medio del servicio de recolección de basura que brinda la municipalidad de Guatemala.

Entre los clientes más grandes de la empresa se encuentra Walmart y Nestlé, los cuales entre los requerimientos a sus proveedores indican que: se debe implementar un aporte al medio ambiente; para lo cual la empresa escogida en esta investigación cumplió con el objetivo de cumplir con estos requisitos solicitados por los clientes empezando con un buen manejo de los desechos sólidos que genera.

- Descripción del Problema

La empresa de elaboración de alimentos solicitaba el diseño e implementación de un plan de manejo de desechos sólidos para cumplir con el requerimiento de sus principales clientes y con esto obtener la reducción del impacto ambiental en el mal manejo de desechos que pueda afectar al medio ambiente.

- Formulación del problema

- Pregunta central

- ¿Se puede diseñar e implementar un plan de manejo de desechos sólidos para mitigar el impacto ambiental causado

por los procesos administrativos y productivos de una empresa de elaboración de alimentos?

- Preguntas auxiliares

- ¿Se puede cuantificar la cantidad actual de desechos y clasificar los mismos por tipo de desechos para los procesos productivos y administrativos?
- ¿Cuáles son los pasos que debe considerar un procedimiento de descarte para cada tipo de desecho, según la clasificación realizada?
- ¿Se puede realizar un análisis de riesgos para evaluar la mitigación del impacto ambiental ocasionado por un mal manejo de desechos sólidos?
- ¿Se puede implementar el plan de manejo de desechos sólidos en la empresa de elaboración de alimentos?
- ¿De qué manera se puede garantizar mantener los costos de descarte de desechos sólidos al implementar un plan de manejo de los mismos?

- Delimitación del problema

La implementación de manejo de desechos sólidos se realizó en la empresa procesadora de alimentos secos. La etapa de evaluación empezó a partir del último trimestre del 2020, la cuantificación de desechos se realizó durante el primer trimestre del 2021 y estos datos fueron entradas con el que se logró el proceso de implementación.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Diseñar e implementar un plan de manejo de desechos sólidos para mitigar el impacto ambiental causado por los procesos administrativos y productivos de una empresa de elaboración de alimentos.

### **Específicos**

1. Cuantificar la cantidad de desechos generados actualmente en la empresa para poder determinar la clasificación por tipo en cada etapa del proceso productivo y procesos administrativos.
2. Realizar un análisis de riesgo de los procesos por mal manejo de desechos sólidos para establecer medidas de mitigación de impacto ambiental.
3. Elaborar un procedimiento de descarte para establecer la disposición final de cada tipo de desecho según su clasificación.
4. Implementar el plan de manejo de desechos en la empresa de elaboración de alimentos.
5. Realizar un análisis de costos del antes y después de implementar el plan de manejo de desechos sólidos.



## **RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO**

Para esta investigación el enfoque del estudio es mixto, debido a que se realizó una cuantificación de los desechos sólidos y por medio de un análisis de datos se determinó que el costo de implementación y las utilidades del plan de manejo sólidos es mayor a lo que se hace actualmente. La parte cualitativa consiste en la clasificación por tipo de desecho sólidos y por tipo de característica que fueron datos de entrada para la realización del procedimiento de descarte de cada uno.

El alcance de esta investigación es descriptivo, debido a que se recopilaron y se investigó la información de los tipos de desecho generados dentro de la empresa, con estos datos se procedió a analizar su impacto ambiental y se determinó una forma segura de descarte.

El diseño para esta investigación es no experimental, debido a que la información recopilada no pasó por otro proceso de transformación ni se realizaron pruebas de laboratorio. Se analizaron los procesos los cuales se obtuvieron datos donde se definió la documentación necesaria que se adaptara a los estándares de gestión ambiental.

El estudio se realizó en tres fases, la primera fue de recopilación de información, cuantificación y clasificación de los desechos sólidos y capacitación. La segunda fase fue planteamiento de análisis de riesgos, mitigación y procedimientos de descarte de desechos sólidos. La última fase fue la implementación del plan de manejo de desechos sólidos y realización de análisis de costos de antes y después de la implementación de este proyecto.

- Unidades de análisis

La población para este estudio es la empresa procesadora de alimentos derivados del trigo que está dividida en los siguientes procesos que generan desechos sólidos:

- Áreas administrativas (Recursos Humanos, Finanzas, entre otros).
- Áreas Productivas (Manufactura, Control de Calidad, Bodegas, entre otros).

La unidad de medida para la cuantificación de los deseos sólidos es en kilogramos.

- Variables

Las variables en estudio se describen a continuación:

**Tabla I. Variables**

<b>Variable</b>	<b>Definición teórica</b>	<b>Definición operativa</b>
Costos	Análisis de costos	Se analizó el costo antes y después de implementar el plan de desechos sólidos en Quetzales.
Tipo de Desecho Sólidos	Identificación de los diferentes desechos sólidos	Clasificación de los desechos sólidos generados en la empresa.
Peso de Desechos Sólidos	Peso por cada tipo de desechos	Se pesó la cantidad de desechos descartados en Kilogramos
Impacto Ambiental	Análisis de riesgos que identifica el impacto ambiental	Se realizó análisis de riesgos por proceso para identificar la severidad contra la probabilidad que genera los desechos sólidos y con esto se definió su solución.

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel 2020.



## INTRODUCCIÓN

La generación de desechos sólidos es inevitable en las actividades de elaboración en cualquier industria de alimentos, por lo cual es de vital importancia considerar el desarrollo y realización de actividades asociadas al manejo de los mismos tomando en cuenta la recolección, tratamiento y disposición final. Un plan de manejo de desechos sólidos enmarca estas diferentes actividades con la estrategia de mitigar los impactos ambientales provocados por un mal tratamiento de los residuos.

Para la elaboración de un plan de manejo de desechos sólidos debemos profundizar las diferentes condiciones en las que se procesa o manipulan los mismos, iniciando desde la etapa de generación hasta la disposición final. Se deben recopilar la cantidad que se produce por proceso, clasificarlo según su tipo y definir el tipo de tratamiento más adecuado o disposición final. Un sistema de gestión ambiental nos proporciona la determinación de los impactos ambientales que se obtiene a través de un análisis de riesgos de los procesos, en el que se evalúa la probabilidad contra la severidad y así identificar el tipo de contaminación que puede afectar al medio ambiente por un manejo inadecuado de los desechos sólidos. Es importante definir las acciones que debe seguir cada proceso para la disminución o mitigación de estos impactos ambientales.

En este trabajo de investigación se realizó el diseño e implementación de un plan de manejo de desechos sólidos en una empresa de elaboración de alimentos, debido a que clientes importantes como Walmart y Nestlé tiene como requisitos que sus proveedores cuenten con aporte al medio ambiente. Este plan de manejo de desechos sólidos nos da las directrices para que las empresas

puedan demostrar que son responsables y están comprometidas con el medio ambiente, ya que nos indican estrategias para la mitigación del impacto ambiental de los procesos que surgen por sus actividades normales de producción.

El enfoque del estudio es mixto, cualitativo, el alcance es descriptivo, el diseño adoptado para esta investigación es no experimental. El trabajo de investigación se realizó en tres fases, la primera es la recopilación de información sobre los tipos de desechos generados en la empresa, la cuantificación y clasificación de estos y fomentar conciencia al personal sobre el manejo de los desechos por medio de una capacitación. La segunda fase consistió en la evaluación de riesgos por procesos, definición de directrices para mitigar los impactos ambientales y la realización de procedimiento para disposición final de los desechos sólidos. En la tercera y última fase se realizó la implementación del plan de manejo de desechos sólidos en la empresa y se realizó el análisis de costos que nos indicará si se tuvo un incremento en los mismos.

## **1. MARCO REFERENCIAL**

### **1.1. Estudios Previos**

El no realizar un tratamiento de los desechos sólidos puede tener como consecuencia la contaminación ambiental y el agotamiento de los recursos naturales, lo que hace que sea esencial la búsqueda de una gestión para mitigar estos impactos al medio ambiente. A continuación, se mencionará trabajos de investigación donde han aportado para gestionar los desechos sólidos:

Oldenhage (2016), presentó una propuesta de un programa de gestión para mejorar el manejo de los residuos sólidos en el distrito de San Juan de Miraflores, Lima, Perú, en donde encontró problemas principales como el inadecuado tratamiento de los desechos, el servicio de recolección es insuficiente y la cultura de la población que la definió como no sostenible. Para resolver su problemática comenzó con la evaluación de los impactos ambientales significativos con sus planes de mitigación para reducirlos, se analizó el servicio de recolección el cual no presentaba licencia de operación para reciclaje, lo cual se tramitó en la municipalidad el permiso para poder realizarlo y se realizó un plan de acción para el mejoramiento de la conducta del pueblo.

Se presentó un diseño de propuesta metodológica que contribuya con la intervención de la problemática ambiental en el manejo y disposición de los residuos sólidos, Barrientos (2016) en la ciudad de Medellín, Colombia. Indica que la solución puede empezar desde la escuela por lo que su estrategia fue en la enseñanza del manejo y disposición de los desechos sólidos en niños de primaria.

Otero (2015), realizó una propuesta para el seguimiento y control de plan de gestión de residuos sólidos en el municipio de Usiacurí, Barranquilla. Se identificaron los puntos críticos que tienen las autoridades ambientales que ha afectado el plan de seguimiento en la jurisdicción y en base a esos puntos se diseñaron propuestas para evaluación de los resultados obtenidos con respecto a procedimientos esenciales: limpieza, recolección y aprovechamiento.

En Copán, Honduras se presentó plan de manejo y tratamiento adecuado de desechos sólidos para el municipio de Santa Rosa, Lopez, L. (2008). Estaba enfocado principalmente en la concientización a la población para lograr la reducción de contaminación con la implementación de una planta de tratamiento de desechos sólidos. Se identificaron los focos de contaminación ambiental y el programa para reducción de la misma.

En la ciudad de Bogotá, se presentó una *Propuesta de programa para el manejo de los residuos sólidos en la Plaza de Mercado de Cerete, Cereabastos – Córdoba*, (López, 2009, p.1). Su objetivo principal fue proponer un programa para el manejo de los residuos sólidos en este lugar, con el propósito de disminuir los impactos ambientales. Se logró identificar los tipos de desechos, se tomaron las acciones necesarias y se formuló el programa para el manejo de los mismos.

Zamora (2013), de la facultad de arquitectura de la Universidad de San Carlos de Guatemala presentó un plan de manejo ambiental de desechos sólidos del municipio de San Andrés Itzapa, Chimaltenango. El enfoque principal fue el de formular un plan de manejo ambiental de desechos sólidos en donde se realizó una caracterización de las condiciones, análisis integral que contribuyen a la contaminación y formulación estratégica de gestión de desechos sólidos para este municipio.

Se realizó un trabajo de graduación: manejo integral de desechos sólidos en Barrio la Democracia, Jutiapa, Gálvez (2018). Se formuló un plan para el manejo integral de desechos sólidos para esta localidad, en donde su mayor reto fue la concientización para el desarrollo del plan desde los hogares hasta su disposición final.

En la publicación de manejo municipal y caracterización de los desechos sólidos domiciliares, de la ciudad de Chiquimula, Ayala (2010) se analizó el papel desempeñado por parte de la municipalidad en donde se identificaron políticas, capacidad institucional, factores o causas que impidan la implementación de un manejo de desechos sólidos y por último se elaboró una propuesta para el manejo de los mismos.

Al consultar las referencias anteriores, podemos observar que los proyectos en su mayoría están interesados en resolver la problemática de los desechos sólidos que cada día aumentan, proporcionando las soluciones para el tratamiento por medio de un plan en donde se clasifica los tipos de desecho y se les define una disposición final ya sea reciclaje, compostaje o incineración en condiciones controladas.



## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Desechos Sólidos**

Un desecho es según Henry Y Heike, 1999:

Cualquier tipo de material que este generado por la actividad humana y que está destinado a ser desecharo. Se definen, como aquellos desperdicios que no son transportados por agua y que han sido rechazados porque no se van a utilizar. Incluyen diversos materiales combustibles como: plástico, papel, textiles, madera, entre otros. Y no combustibles como metal, vidrio y otros.

Los desechos pueden ser materiales, sustancias y objetos que deben ser eliminados y definirles su disposición final de forma permanente, ya que estos pueden tener mezcla de diferentes tipos dando como resultado una combinación de materiales orgánicos e inorgánicos provocando que los primeros no pueden descomponerse por completo y los segundos pueden generar nitrógenos y gases tóxicos. (p.124)

### **2.2. Clasificación de los desechos sólidos**

Se pueden clasificar según:

- De acuerdo a sus características y procedencias
  - Por su composición

### **2.2.1. En función de Sus Características**

Su origen depende según el tipo de actividades que las personas realizan. Por ejemplo, si los desechos que se producen en las casas o si son generados por el resultado del trabajo en las fábricas (Fournier, 2002).

#### **2.2.1.1. Desechos Sólidos Urbanos**

Estos son los residuos que se generan a través de las actividades realizadas en el hogar o los que provienen de cualquier otra actividad que se desarrolla dentro de los establecimientos o en los espacios públicos.

Pueden presentarse residuos peligrosos como: medicamentos vencidos, plaguicidas utilizados en jardín, pintura, aerosoles, baterías y lámparas no reciclables, ya que se clasifican en las actividades cotidianas de las áreas urbanas y rurales. (Fournier, 2002)

#### **2.2.1.2. Desechos de Manejo Especial**

Son los residuos generados en las industrias que tienen procesos productivos que no pueden clasificarse como residuos sólidos urbanos, pero tampoco son considerados como peligrosos, pues la cantidad generada requiere la implementación de un plan de manejo para minimizarlos. (Fournier, 2002)

La cantidad de residuos generados por una actividad industrial depende de la naturaleza del proceso productivo, de la calidad y cantidad de los insumos y de materias primas, de las propiedades físicas y químicas de los procesos auxiliares, los combustibles utilizados y del material de empaque del proceso. Las industrias que generan estos tipos de residuos están: las industrias básicas, textil,

de maquinarias, goma y curtido de cueros, petróleo, química, alimenticia, eléctrica, transporte, agrícola, entre otros. (Fournier, 2002).

#### **2.2.1.3. Desechos Peligrosos**

Estos desechos son aquellos que tienen características corrosivas, reactivas explosivas, inflamables, tóxicas o bioinfecciosos que pueden ser peligrosos para la salud medio ambiental. Los recipientes, envases o embalajes y otros materiales que hayan sido contaminados según las características anteriores también entran en esta clasificación y estos deben tener procedimiento de identificación, clasificación y descarte adecuado (Fournier, 2002).

“Se consideran peligrosos por su alta contaminación ya que no es posible la regeneración del medio que dañan” (Fournier, 2002, p.153). Entre estos se puede mencionar: plaguicidas, baterías de autos, cloro y sustancias orgánicas como hidrocarburos, sustancias contaminadas con metales pesados, desechos de equipos de rayos X y desechos agroquímicos, además de los desechos hospitalarios. Para su disposición final estos desechos son almacenados según su peligrosidad, se monitorea su generación térmica y la emanación radiactiva al ambiente. (Fournier, 2002).

#### **2.2.2. Por su Composición**

Este tipo de residuos sólidos se agrupan por su tiempo en que tardan en descomponerse. Se componen de sustancias orgánicas e inorgánicas y de acuerdo al tiempo que tardan en desaparecer. (Fournier, 2002).

### **2.2.2.1. Desechos Orgánicos o Biodegradables**

Son residuos biodegradables de origen vegetal o animal, susceptibles de degradarse biológicamente generados en el ámbito domiciliario y comercial. Aunque se dice que este tipo de desperdicio tiene la ventaja de que se descomponen en la tierra en un tiempo menor que los desechos inorgánicos, y que puede servir de abono, el descarte inapropiado causa serios problemas de contaminación que puedan afectar la sanidad de las personas. (Henry Y Heike,1999)

Ejemplos de estos son:

- Restos de comida
- Restos de jardinería
- Papel de cocina o servilletas con materia orgánica

### **2.2.2.2. Desechos inorgánicos o no biodegradables**

Están conformados por todos los residuos de origen no biológico, estos han sido fabricados en procesos industriales y artificiales. Por lo general, los desechos inorgánicos no incluyen materia orgánica, por lo que los residuos inorgánicos tardan mucho tiempo en degradarse ya que no se reintegran en la naturaleza. Algunos pueden hacerlo, pero tras el paso de los años generan sustancias contaminantes nocivas para la salud y para el medioambiente (Henry Y Heike,1999). Ejemplo de estos son:

- Vidrio
- Papel
- Metal
- Plástico
- Tetra Pack
- Caucho
- Baterías
- Equipo electrónico

El tiempo que tarda en degradarse es muy alto, por lo general pueden tardar incluso miles de años.

**Tabla II. Tiempo de degradación de residuos sólidos inorgánicos**

Material	Tiempo de degradación
Papel	2 a 4 semanas
Cartón	1 a 3 semanas
Madrea	3 a 4 años
Metal	350 a 500 años
Plástico	100 a 1000 años
Vidrio	3000 a 4000 años

Fuente: Henry Y Heike (1999). *Ingeniería Ambiental*. Consultado en 2020.

#### **2.2.2.3. Desechos eléctricos y electrónicos**

Este tipo de desechos son generados por equipos o máquinas que dependen de corrientes eléctricas y campos electromagnéticos para que realicen un adecuado funcionamiento de los dispositivos, al ser descartados por los

usuarios se convierte en residuos de este tipo. Las principales características de estos aparatos es que contienen sustancias como plomo, cadmio, mercurio, cromo y compuestos orgánicos, que por sus propiedades pueden causar efectos tóxicos en la salud y al medio ambiente si no son manejados adecuadamente. Estos desechos también tienen sustancias como oro, plata cobre, entre otras, que pueden ser recicladas y utilizadas como materias primas para nuevos productos. (Fournier, 2002)

### **2.3. Manejo de los desechos sólidos**

El manejo integral y sustentable de los residuos sólidos combina flujos de generación de estos, métodos de recolección y procesamiento para darle el tratamiento adecuado, de lo cual se obtiene beneficios ambientales logrando la optimización económica y aceptación social en un sistema práctico para cualquier industria. Esto se puede lograr evaluando opciones de manejo que incluyen: reciclaje, tratamientos que involucra compostaje, incineración con recuperación de energía, así como la disposición final en rellenos sanitarios. El punto clave no es cuantas opciones de tratamiento se utilice, o si se aplica al mismo tiempo, sino que sea parte de una estrategia que responda a las necesidades y contexto locales o regionales, así como cumplimientos a políticas o normativas nacionales e internacionales. (Medina, 2001)

#### **2.3.1. Plan de manejo desechos sólidos**

Es un modelo de gestión que surge de un proceso coordinado y concertado entre representantes de cada área productiva y administrativa, promoviendo una correcta gestión y manejo de los desechos sólidos, asegurando eficacia, eficiencia y sostenibilidad, desde su creación hasta su disposición final. Se deben considerar la planificación estratégica y participativa, establecer

objetivos y desarrollos de planes de acción con la finalidad de establecer un sistema de gestión ambiental. “El plan de manejo de desechos sólidos promueve y fomenta el aprovechamiento de los mismos, mitiga los impactos ambientales negativos por inadecuado manejo de residuos e incrementa el nivel de educación ambiental en la empresa” (Díaz, 2007, p.24).

El plan de manejo de desechos sólidos funciona como un conjunto de procedimientos dirigidos a darle a los mismos el destino más adecuado de acuerdo con el aprovechamiento idóneo de sus características, con el objetivo de prevenir daños al medio ambiente o a la salud humana. Para ello se puede mencionar las siguientes formas de tratarlos. (Díaz, 2007)

#### **2.3.1.1. Regla de las 3R**

El concepto de las tres erres del medio ambiente pretende desarrollar o cambiar nuestros hábitos generales del consumo haciéndolo más responsable y sostenible. “Este concepto hace referencia a estrategias para el manejo de residuos que buscan ser más sustentables con el medio ambiente y, específicamente, dar prioridad a la reducción en el volumen de residuos generados” (Díaz, 2007, p.25).

#### **2.3.1.2. Reducir**

Esta es la principal regla de las 3R, ya que reducimos el consumo tanto energético como de bienes materiales, causando el menor daño posible al entorno. Para tener resultados favorables es fundamental tener buenos hábitos y bajar al mínimo el consumo de los recursos existentes. Por ejemplo: sustituir las bolsas de plástico de la compra por bolsas de materiales reutilizables que se puedan emplear en futuras ocasiones (Díaz, 2007).

### **2.3.1.3. Reusar**

Es el retorno de un bien o producto para ser utilizado de la misma manera que antes, sin cambio alguno en su forma o naturaleza y garantizar alargar su tiempo de vida útil. Por ejemplo, el agua que se utiliza para lavar verduras y frutas se puede destinar para regar las plantas (Díaz, 2007).

### **2.3.1.4. Reciclar**

Se enfoca en tratar los desechos con el fin de obtener nuevos productos. El proceso empieza con la separación, recolección, clasificación y reincorporarlos a un ciclo de vida productivos que funcionen como materia prima para generar otros productos. Por ejemplo: el vidrio reciclado se funde nuevamente para realizar botellas. (Díaz, 2007)

Su objetivo es evitar que los desechos lleguen a botaderos a cielo abierto o rellenos sanitarios reduciendo los volúmenes destinados a los sitios de disposición final. Se realiza principalmente con botellas plásticas, latas de aluminio, cartones, papel y llantas. El uso del reciclaje disminuye el gasto de recursos naturales y energía. Para obtener buenos resultados en el proceso de reciclaje es necesario no mezclar los desechos porque dañan a otros que pueden ser reutilizables, como orgánico con inorgánico y/o biodegradable reutilizable con no biodegradable tóxico (Díaz, 2007).

Figura 1. Estación de reciclaje de la municipalidad de Guatemala



Fuente: Municipalidad de Guatemala (2019). *MuniCentros de Reciclaje en toda la ciudad*.

Consultado el 24 de octubre del 2020. Recuperado de  
<https://www.muniguate.com/blog/2019/11/04/municentros-de-reciclaje-en-toda-la-ciudad/#:~:text=Puedes%20llevar%20tu%20material%20Municentros.l>.

### 2.3.2. Incineración

Es una de las tecnologías térmicas existentes para el tratamiento de residuos. La incineración es la quema de materiales a alta temperatura, mezclados con una cantidad apropiada de oxígeno durante un tiempo predeterminado. En el caso de incineración de los residuos sólidos, los compuestos orgánicos son reducidos a sus constituyentes minerales, dióxido de carbono, vapor de agua, y sólidos inorgánicos. Esta combustión se realiza en una instalación o planta de incineración, proyectada y construida para tal fin. (Díaz, 2007)

Las ventajas que ofrece este método son las siguientes:

- Reducción drástica del volumen a ser descartado: la incineración deja como sobras las cenizas, que generalmente son inertes. De esta forma, reduce la necesidad de espacio para el relleno sanitario.
- Reducción del impacto ambiental: la incineración minimiza la preocupación a largo plazo ya que el residuo tóxico es destruido y no guardado.
- Desintoxicación: la incineración destruye bacterias, virus y compuestos orgánicos, como el tetracloruro de carbono, el aceite sucio y dioxinas.
- Recuperación de energía: parte de la energía consumida puede recuperarse para la generación de vapor o electricidad.

Las desventajas que tienen este tratamiento:

- Costo elevado: la incineración es uno de los tratamientos de residuos que presenta costos elevados tanto en la inversión inicial, como en el costo operacional.
- Exige mano de obra calificada: es difícil encontrar y mantener personal calificado para la supervisión y operación de los incineradores;
- Problemas operacionales: la variabilidad de la composición de los residuos puede causar problemas de manejo y de operación del incinerador no existe un consenso o legislación sobre el límite de emisiones de componentes de la clase de las dioxinas y furanos.

**Figura 2. Incineración de los desechos sólidos**



Fuente: Díaz (2007). *Plan Integral de Manejo de Residuos Sólidos en el municipio de Tipitapa, Departamento de Managua*. Consultado en octubre del 2020.

### **2.3.3. Compostaje**

El compostaje es considerado como una forma adecuada para el reciclaje de los residuos orgánicos pues promueve la eliminación de este reduciendo las emisiones de gases efecto invernadero y también dar lugar al compost, que funciona como un agente mejorador de suelos. Este producto final puede ser utilizado en la agricultura y en la recuperación de los suelos degradados en zonas semiáridas, debido a que su incorporación al suelo en condiciones adecuadas aumenta la fertilidad. (Himanen y Hänninen, 2011)

Entre los beneficios que obtenemos al utilizar este tratamiento de los residuos están:

- Reducen la cantidad de residuos que llegan al relleno sanitario
- Se transforman en materia prima para fertilización ecológica

- Contribuyen a la recuperación de suelos degradados
- Regulan el pH del suelo, y su aplicación es benéfica en la producción de cultivo

Con esta técnica se reduce el uso y compra de abonos químicos y artificiales que contaminan las fuentes de agua, utilizados en los cultivos y minimiza el impacto ambiental reduciendo los riesgos de contaminación, además de servir para el tratamiento de suelos por el desgaste de las cosechas y para evitar la erosión de los mismos. (Himanen y Hänninen, 2011)

#### **2.3.4. Relleno sanitario**

Este sistema lo utilizan en las ciudades y consiste en seleccionar un lugar adecuado para esparcir y compactar los residuos para que su volumen reduzca y se cubre con tierra la cual deben aplanar. Dependiendo del tipo de terreno en donde se establecerá el relleno, se utilizará cualquiera de los 2 métodos existentes para su formación, uno es la construcción de zanjas si es un terreno plano y el otro es utilizar el método de prismas cuando el terreno tenga desniveles. (Himanen y Hänninen, 2011)

Aunque el sistema de rellenos sanitarios es uno de los más económicos para la disposición final de los residuos, puede tener consecuencias de contaminación ambiental si el terreno no está bien ubicado, ya que podrían filtrarse líquidos de los desechos en las corrientes de agua. (Himanen y Hänninen, 2011)

**Figura 3. Relleno sanitario**



Fuente: Himanen y Hänninen (2011). *Diseño de una propuesta metodológica que contribuya con la intervención de la problemática ambiental en el manejo y disposición de los residuos sólidos*. Consultado en octubre del 2020.

#### **2.4. Problemática actual de los desechos sólidos**

El acelerado crecimiento poblacional, la urbanización y los patrones de producción y consumo de la sociedad, han ocasionado como resultado un incremento en la generación de desechos sólidos y una particular composición de los mismos. Si bien parece ser un problema urgente de resolver y que preocupa a la mayoría de los sectores, las acciones por abordar la problemática de manera integral, responsable y eficiente son escasas a nivel nacional. Los datos más recientes evidencian importantes mejoras en lo concerniente a la cobertura de recolección de residuos particularmente en el área urbana. La recolección de los desechos sólidos se ve dificultada en el área rural por la alta dispersión de los poblados y comunidades y los hábitos culturales de quemar y enterrar los mismos. (Díaz, 2007)

En la actualidad, el vertedero a cielo abierto es una de las formas más comunes de la disposición final de los desechos sólidos ya que no presenta ningún costo. Consiste en depositar los residuos sólidos en algún terreno sin ningún tratamiento. Las consecuencias al utilizar este sistema es el que más puede provocar daños al medio ambiente, puesto que se mezclan los diferentes tipos sin tratamiento alguno generando que la capa vegetal desaparezca haciendo que cada haya erosión. A medida que los productos se descompongan se van generando nuevos químicos y perjudican las características originales del suelo, se generan bacterias que se transportan por aire y que producen bióxido de carbono, amoniaco, propano. Fosfina, nitrógenos que genera una alta toxicidad de la vegetación. Se generan lixiviados que son líquidos con pH (potencial de hidrógeno) elevados y con gran concentración de sales y metales pesados, que al filtrarse en el suelo disuelven sus componentes pueden filtrarse en los nacimientos de agua subterráneos. (Díaz, 2007)

## **2.5. Riesgo ambiental**

Se denomina riesgo ambiental a la posibilidad de que por forma natural o por acción humana se produzca daño en el medio ambiente. El riesgo se define como un efecto de incertidumbre, por lo que implica tanto efectos potenciales negativos como positivos, es decir amenazas y oportunidades (Organización Internacional de Estandarización, ISO, 2018, párr. 2).

Los riesgos ambientales pueden clasificarse en naturales y antrópicos.

- Los riesgos ambientales naturales se dan por fenómenos naturales que escapan a nuestro control, pero que provocan un gran daño en el ecosistema igualmente. Por ejemplo, las inundaciones.

- Los riesgos ambientales antrópicos son aquellos provocados por la acción del ser humano, como vertidos de aguas residuales o de agentes químicos, explosiones o incendios.

## 2.6. Análisis del riesgo ambiental

Se utilizará la metodología de FMEA (Failure Mode and Effective Analysis) para realizar un análisis de riesgo ambiental, que consiste en identificar, clasificar y eliminar las fallas de los proyectos o de los procesos antes de que estas ocurran. Empieza identificando las posibles fallas y efectos, luego les da una puntuación según los siguientes criterios: frecuencia, gravedad y detección (Calle, 2018).

Posteriormente, se crea una clasificación de ellos. Se debe definir los posibles escenarios y las consecuencias de los mismos. Se deben definir el suceso indicador que es la acción física producida por el escenario casual a lo que da lugar la primera consecuencia y el suceso iniciador es la combinación de los sucesos casuales que puede provocar un accidente. (Organización Internacional de Estandarización, ISO, 2018)

Luego de definir los tipos de sucesos, se procede a la identificación de causas y peligros, donde se identifica y determinan el origen del peligro. Estos peligros deben estar relacionados a la operación, entorno, actividades de la empresa, gestión del recurso humano, entre otros. Los peligros identificados se deben valorar y determinar el daño que puede causar al medio ambiente. (Organización Internacional de Estandarización, ISO, 2018)

Cuando se tienen definidos los sucesos identificados, los riesgos se evalúan determinando la frecuencia o probabilidad de ocurrencia y el impacto o

consecuencia de cada uno de los riesgos identificados. Los sucesos que salga altos y extremos son los que deben definirse un tratamiento para que este no se materialice e impacte en el medio ambiente (Organización Internacional de Estandarización, ISO, 2018).

## **2.7. Impacto ambiental**

El impacto ambiental se define como la alteración que introduce una actividad humana en su entorno. Los residuos sólidos son causa de problemas ambientales en las áreas urbanas, rurales y especialmente en las zonas industrializadas de los municipios, ya que generan impacto ambiental negativo por el inadecuado manejo de los mismos y amenazan el medio ambiente (Gómez, 2002).

La problemática ambiental relacionada directamente con el manejo de los residuos sólidos afecta al ser humano y a su entorno de diferentes maneras, especialmente en los siguientes aspectos:

- Salud pública: proliferación de transmisores de enfermedades en los lugares de acumulación de residuos y contaminación bacteriana.
- Factores ambientales: alteración en los ciclos de vida de especies animales, Aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero y potenciación del cambio climático.
- Efecto en aspectos sociales: sobreexplotación de recursos naturales, ocupación del espacio, mayores riesgos de incendios.

- Efecto en aspectos económicos: alta inversión para gestionar los residuos sólidos y su mantenimiento, costos para restaurar espacios, desperdicios de materias primas, pérdida de valor en el suelo. (Gómez, 2002)

### **2.7.1. Impacto ambiental causado por desechos sólidos**

La importancia de los impactos ambientales asociados a los residuos sólidos depende de las condiciones particulares de la localización, geomorfología, y demás características de los medios físico, biótico y antrópico, así como las características de los materiales desechados. (Gómez, 2002)

Los residuos sin ningún tipo de tratamiento desencadenan una serie de impactos negativos al agua, el aire, suelo y al ecosistema. Estos recursos se convierten en receptores de los mismos ocasionando problemas de salubridad a la población y los demás seres vivos (Gómez, 2002).

#### **2.7.1.1. Contaminación del Recurso Hídrico**

La disposición de los residuos de forma directa a los cuerpos de agua como ríos, lagos y demás, ocasionan la perdida de oxígeno que es vital para la vida acuática, puede afectar el flujo normal del agua, deterioro ambiental en las costas y playas que puede afectar el turismo, y contaminación de aguas subterráneas debido a la filtración de lixiviados a través del suelo (Martínez, 2005).

Los riesgos ocasionados por el contacto directo con este tipo de contaminación, puede ocasionar las siguientes enfermedades más propensas a adquirir: fiebre tifoidea, cólera, paludismo y dengue, además de enfermedades del tracto intestinal y diarreico. Se adquieren por el consumo de agua

contaminada debido a los lixiviados que se infiltran al suelo contaminando los mantos friáticos y pozos de donde es extraída el agua (Martínez, 2005).

#### **2.7.1.2. Contaminación del Recurso Atmosférico**

En su proceso de descomposición, los residuos sólidos generan malos olores y gases, como metano y dióxido de carbono, que ayudan a incrementar el efecto invernadero en el planeta, aumentando la temperatura y generando deshielo en los polos. También los residuos sólidos pueden afectar el aire cuando son quemados de manera descontrolada, porque generan humos y material particulado que afectan el sistema respiratorio de los seres humanos, produciendo infecciones agudas, problemas de la piel e irritación de los ojos y contribuyen al efecto invernadero, entre otros efectos negativos. (Martínez, 2005)

Figura 4. **Contaminación del recurso atmosférico**



Fuente: Martínez (2005). *Guía para la Gestión Integral de Residuos*. Consultado en octubre 2020.

### **2.7.1.3. Contaminación del Recurso del Suelo**

Es el recurso que más directamente se ve afectado por el inadecuado manejo de los residuos sólidos, ya que el ser humano a través de los años ha dispuesto en el suelo los residuos sólidos que ha generado. La contaminación de los suelos ocurre a través de diferentes elementos, como los lixiviados que se filtran a través del suelo afectando su productividad y acabando con la microfauna que habita en. Esto lleva a la pérdida de productividad del suelo, incrementando así el proceso de desertificación del suelo lo que podría tenerse un costo elevado debido a la reducción de los rendimientos y la calidad de los cultivos (Martínez, 2005).

La presencia constante de basura en el suelo evita la recuperación de la flora de la zona afectada e incrementa la presencia de plagas y animales que causan enfermedades, como ratas, palomas, cucarachas, moscas y zancudos. Además, la alteración del sistema edáfico, por el uso de bosques, jardines y áreas verdes como botaderos para los desechos sólidos, la mezcla de los diversos tipos de residuos hace que su composición sea más tóxica, perjudicando la fauna que habita en el lugar. (Martínez, 2005).

### **2.7.1.4. Contaminación por Paisajismo**

Aunque no es uno de los recursos usualmente más mencionados, el paisaje es uno de los más afectados por la incorrecta disposición de los residuos sólidos, ya que la constante presencia de basura en lugares expuestos deteriora el paisaje y afecta la salud humana, impidiendo que estemos en armonía con nuestro entorno y afectando a la comunidad en general. (Martínez, 2005)

Figura 5. **Contaminación por paisajismo**



Fuente: Martínez (2005). Guía para la Gestión Integral de Residuos. Consulta en octubre del 2020.

#### **2.7.1.5. Alteración de los ecosistemas**

La acumulación de residuos no controlada puede sobre pasar la capacidad de aceptación o regeneración del medio ambiente. Los hábitats, las diferentes especies de fauna y flora son las más afectados. Un ejemplo de esto es en las corrientes marinas, donde los residuos son acumulados por medio de cauces o ríos y llegan al fondo del océano afectando la vida y las cadenas tróficas. (Martínez, 2005)

#### **2.7.2. Evaluación del Impacto ambiental**

Es el proceso de identificación de aspectos ambientales ocasionados por las diferentes actividades de una zona, empresa o domicilio. Estos pueden ser positivos o negativos que son clasificados según su importancia y magnitud. El objetivo de esta evaluación es desarrollar un plan que controle, prevenga o

elimine los aspectos negativos y fortalezas o maximizar los aspectos positivos. (Ramírez, 2003)

La importancia de realizar estas evaluaciones es el de establecer un equilibrio entre el desarrollo de la actividad humana con el medio ambiente, reduciendo los aspectos negativos sin que se vea obstruido o frenado este desarrollo, con el fin de impedir sobreexplotaciones del medio natural (Ramírez, 2003).

La determinación de la necesidad de realizarse una evaluación de impacto ambiental deberá ser llevada a cabo formalmente por quien presente la propuesta de un proyecto de desechos sólidos. Se basa en pareceres técnicos y es inherente al porte, tipología del proyecto, clase de impactos estimados y sus alcances. El primer paso en este sentido es la realización de un análisis preliminar para chequear las conclusiones del proponente sobre la necesidad de realizarse una evaluación de impacto ambiental. Las características del medio físico, biótico y socioeconómico, de la magnitud, importancia y tipo del proyecto, trascendencia, procesos, materias y sustancias generadas, así como los riesgos asociados, determinaran la profundidad del análisis ambiental en forma de una (Ramírez, 2003):

- Evaluación Ambiental Preliminar: resulta de una lista de verificación, a partir de la información y datos existentes, y revela si es necesario, por la magnitud y trascendencia de los impactos de una dada actividad, realizar una evaluación más acabada en la forma de evaluación de impacto ambiental.
  
- Evaluación Complementaria de Impactos se realiza cuando es necesario profundizar los estudios sobre el impacto de algún determinado efecto

sobre el medio o sobre la salud humana. En general, en este tipo de evaluación se usan investigaciones básicas para determinar la acción de una sustancia sobre un medio específico. (Ramírez, 2003).

Se deben considerar estos aspectos que son importantes para la evaluación del impacto ambiental:

- Las normas, leyes y reglamentos existentes relacionadas con la salud, contaminación ambiental y conservación de los recursos naturales o especies.
- La capacidad de autodepuración o de absorción de los ecosistemas y los recursos naturales impactados.
- Los riesgos a la salud pública y a los trabajadores.
- Los planes y programas de control ambiental.
- Los impactos económicos que pueden resultar.
- Las cifras de personas que probablemente serán afectadas y sus intereses. (Ramírez, 2003)

## **2.8. Legislación Ambiental Guatemala**

En Guatemala no existe leyes aplicables específicamente para manejo de desechos sólidos, solamente para efectos de control sobre la contaminación ambiental. Se puede mencionar:

Según Decreto 90-97 (1997), código de salud, artículo 103, *Disposición de los desechos sólidos*:

Se prohíbe arrojar o se acumular desechos sólidos de cualquier tipo en lugares no autorizados, alrededor de zonas habitadas y en lugares que

puedan producir daños a la salud a la población, al ornato o al paisaje, utilizar medios inadecuados para su transporte y almacenamiento o proceder a su utilización, tratamiento y disposición final, sin la autorización municipal correspondiente, la que deberá tener en cuenta el cumplimiento de las medidas sanitarias establecidas para evitar la contaminación del ambiente, específicamente de los derivados de la contaminación de los afluentes provenientes de los botaderos de basura legales o clandestinos.  
(Congreso de la República de Guatemala, 1997, p.23)

Según Decreto No. 116-96 (1996), artículo 1: *Ley de Fomento a la difusión de la Conciencia Ambiental.*

La presente está vinculada a todo tipo de contaminación y está enfocada a crear conciencia ambiental en la población, empresas y a todos los sectores del país, que de manera concreta permita un análisis de los principales problemas que afecten el medio ambiente y la identificación de posibles soluciones a los mismos. Esta ley nos ayuda a “*Mantener el equilibrio ecológico y el desarrollo sustentable por medio de la conservación, protección y uso sostenible del patrimonio nacional, apoyándose en los programas generales de políticas ambientales que dicte la autoridad competente en la materia*” (Congreso de la República de Guatemala, 1996, p.1).

Según Decreto No. 17-73, código penal, artículo 347: *contaminación industrial.*

La presente está vinculada a todo tipo de contaminación y está enfocada a crear conciencia ambiental en la población, empresas y a todos los sectores del país, que de manera concreta permita un análisis de los

principales problemas que afecten el medio ambiente y la identificación de posibles soluciones a los mismos. Esta ley nos ayuda a “*Mantener el equilibrio ecológico y el desarrollo sustentable por medio de la conservación, protección y uso sostenible del patrimonio nacional, apoyándose en los programas generales de políticas ambientales que dicte la autoridad competente en la materia*” (Congreso de la República de Guatemala, 1996, p.51).

Acuerdo COM (Consejo Municipal de Guatemala) Número 028-2002. Reglamento de Manejo de Desechos Sólidos para el Municipio de Guatemala: esta ley se enfoca a regular el sistema de almacenamiento, limpieza, recolección, transporte, reciclaje y disposición final de los desechos sólidos en el Municipio de Guatemala. El ente generador es el encargado de separar en el punto de generación los desechos y de garantizar la correcta disposición. (Consejo Municipal de la Ciudad de Guatemala, 2002,)

### **3. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN**

Para poder obtener la información y resultados de la implementación de un plan de manejo de desechos sólidos, primeramente, se recopiló toda la información de los tipos de desechos sólidos basándose en información intercambiado con el proveedor, se consultó con el también cómo ellos los segregan según su naturaleza y según el tratamiento que recibe cada uno de ellos.

La primera fase consistió en la recolección de datos por medio de la cuantificación y clasificación de los mismos: esta se obtuvo pesando los desechos en una báscula y anotando en registros por las personas que colaboraron con esta actividad. Esta fase se realizó por 2 meses con frecuencia semanal. La digitación lo realizó el encargado de bodega, quien lo documentó y compartió esta información por Excel. En esta fase también se empezó a ejecutar el programa de capacitación para el personal operativo y administrativo, donde se informó sobre el cuidado del medio ambiente e informando sobre nuevos lineamientos del mismos.

La segunda fase consistió en el planteamiento y evaluación de los análisis de riesgos por proceso, que consistió en identificar, clasificar y eliminar las fallas de los proyectos o de los procesos antes de que estas ocurran. Se evaluaron las probabilidades contra la severidad o consecuencia para determinar el impacto ambiental que ocasiona cada área, se dará tratamiento a los riesgos que se evalúen como significativos, donde se definió el tratamiento y las actividades de monitoreo para que este no se materialice. Con esta evaluación se determinó la medida de control, que es el plan de manejo de desechos sólidos. Esta

información fue la entrada para la realización de procedimientos de disposición final de los desechos sólidos. Al tener definido lo detallado en esta fase, se hicieron capacitaciones para comunicar estos nuevos lineamientos que se ejecutarían durante las próximas semanas.

Por último, ya implementado este plan de manejo de desechos sólidos, se analizaron los costos de implementación para la mitigación de riesgos, estos consistieron en realizar cambios en las rutas físicas de disposición final de los desechos, nuevas estaciones de recolección de desechos, nuevos proveedores, contratación de personal adicional y capacitación. La información de costos fue obtenida a partir de las cotizaciones entregadas por los proveedores, costos anteriores por descartes y las ganancias, las cuales fueron documentadas y compartidas para este análisis. Se realizó un análisis de las utilidades que se obtenía antes de implementar este proyecto y después de ello.

### **3.1. Técnicas de análisis de información**

Para este proyecto se utilizaron diferentes técnicas que fueron de utilidad para la recolección de información, interpretación de tablas cualitativas construidas con la intención de obtener una visión global de los datos y presentación de análisis que indican la realidad actual de la empresa.

#### **3.1.1. Fase I**

Para la presentación de resultados y toma de decisiones se presentó la media de forma mensual, que consistió en realizar promedios de las cuantificaciones de los desechos sólidos que se realizaron de forma semanal. Esto fue utilizado para realizar las proyecciones que se obtendría de desechos sólidos en los siguientes meses y que fueron tratados con los proveedores.

### **3.1.2. Fase II**

En esta fase fue aplicada la metodología de FMEA (*Failure Mode and Effective Analysis*), consiste en la identificación de posibles riesgos de una empresa, estableciendo las diferentes posibilidades de fallas y los efectos o consecuencias que puede provocar cada uno de ellos. Este modelo fue compartido con los encargados de áreas, quienes son los conocedores de las funciones de su operación. Estas personas identificaron los tipos de desechos que generan en su área, el impacto que este provoca sino no se le da el debido tratamiento, así como la influencia que ellos ejercen para que se cumplan con las medidas de control establecidas en esta evaluación.

### **3.1.3. Fase III**

Para el análisis de costos, se presentan los costos de implementación y las utilidades generadas al implementar este plan. En el costo de implementación se tomaron en cuenta todos los gastos, como compras de insumos y gastos por capacitación, desde el momento en que se reconoce la necesidad de implementar este plan hasta el momento en que está en funcionamiento. Para el cálculo de las utilidades se tomaron en cuenta los ingresos obtenidos por el descarte de ciertos productos restándole los costos por los tratamientos que se le realiza a cada clasificación de desechos sólidos.



## **4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

El objetivo de este estudio fue el desarrollo de un plan de manejo de sólidos para una empresa de alimentos, su implementación, una cuantificación de sólidos y evaluación de costos del plan. Para realizar el diseño y la implementación del plan de manejo de desechos sólidos se tuvo la necesidad de identificar cada tipo de desecho y cuantificarlos para poder darle el tratamiento adecuado. Se realizó un análisis de riesgo para las áreas productivas y administrativas de la empresa, se realizó un procedimiento para descarte de desechos y se realizó un análisis de costos por implementación.

### **4.1. Cuantificación y clasificación de los desechos sólidos**

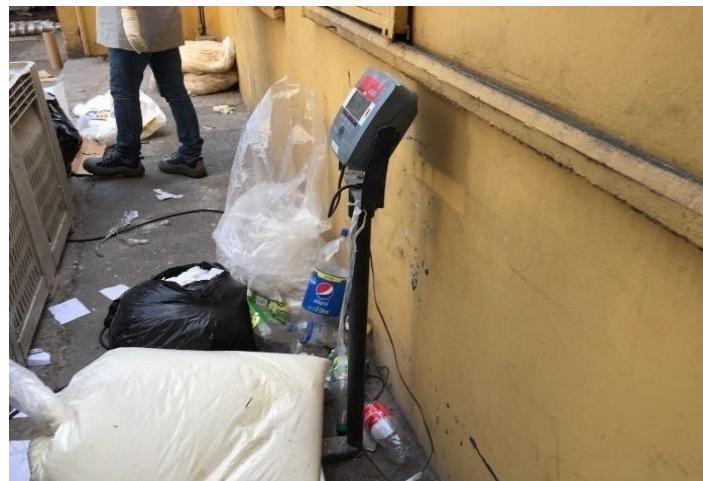
La cuantificación y la clasificación de los desechos se realizó en el depósito general de la empresa, donde es la disposición final de todo lo generado en las áreas involucradas. Se necesitaron de 4 personas para realizar esta actividad. Primeramente, se hizo la clasificación separando por cada tipo de desecho, según las especificaciones que requería el proveedor, se pesó por medio de una báscula y se anotó en un registro. Este proceso se realizó una vez por semana por dos meses.

**Figura 6. Clasificación de desechos sólidos**



Fuente: [Fotografía de Blancandrea Divas]. (Empresa de elaboración de alimentos, área depósito general. 2021). Colección particular. Guatemala.

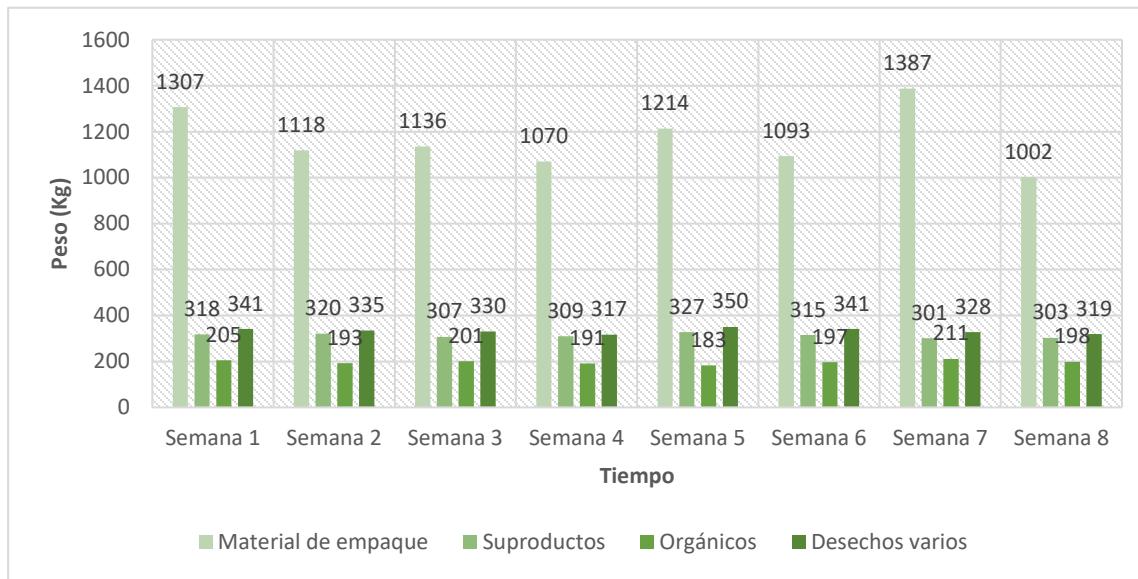
**Figura 7. Cuantificación de los desechos sólidos**



Fuente: [Fotografía de Blancandrea Divas]. (Empresa de elaboración de alimentos, área depósito general. 2021). Colección particular. Guatemala.

En la siguiente gráfica se muestra la recopilación de los principales desechos encontrados en el depósito general durante las 8 semanas:

**Figura 8. Peso de principales desechos sólidos encontrados en el depósito general**



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel 2021.

Como se puede observar en la figura 8. El desecho que es más significativo acumulado en el depósito general es el material de empaque. Los desechos varios se encuentran en segundo lugar, le sigue los subproductos y los desechos orgánicos. Esta información fue utilizada para reasignar los espacios que tiene el depósito general, considerando que el material de empaque representa también el más alto volumen de ocupación, se priorizó la identificación del espacio para este tipo de desecho.

En la siguiente tabla, se muestra el resultado del promedio de la cuantificación de las 8 semanas:

**Tabla III. Cuantificación de residuos sólidos**

<b>Material</b>	<b>Peso (Kg)/día</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)/día</b>	<b>Porcentaje por material (%)</b>	<b>Peso mensual (Kg)</b>
Material de empaque	151.93	6.98	47.86	4621.13
Strentre otros.h film	11.86	0.44	3.74	360.82
Plásticos	21.46	0.64	6.76	652.74
Orgánico	26.33	0.39	8.29	800.72
Subproductos para consumo animal	40.04	0.11	12.61	1217.81
Desechos varios	44.03	0.72	13.87	1349.51
Latas de aluminio	0.1	0	0.03	3.04
Cartón	20.82	0.46	6.56	633.28
Papel bond	0.9	0.01	0.28	27.45
Total	317.46	9.76	100	9,666.5

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel 2021.

Se puede observar en la tabla III que la cantidad total de los desechos generados es de casi 10,000 Kg, lo cual da una línea base para poder evaluar el comportamiento de los siguientes meses, siendo este un dato que puede utilizarse para determinar los costos.

Adicional a la cuantificación y clasificación, se realizó un análisis para identificar los tipos de desechos sólidos que genera cada proceso productivo y administrativo de la empresa. En esta actividad participaron los encargados de las diferentes áreas involucradas, donde realizaron recorridos en sus instalaciones.

**Tabla IV. Clasificación de desechos por proceso**

Proceso	Bodegas	Molino	Control de Calidad	Producción	Mantenimiento	Área Admón.	Cafetería
Material de empaque							
Strentre otros.h film							
Plásticos							
Orgánico							
Subproductos no inocuo							
Desechos varios							
Latas de aluminio							
Cartón							
Papel bond							

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel (2021).

#### **4.2. Evaluación de análisis de riesgos**

Se realizó el análisis de riesgo de los procesos según el tipo de desecho generado en su área. Se identificó el impacto ambiental que puede producir si no se realiza un adecuado descarte de estos residuos. Los riesgos se evalúan determinando la probabilidad de ocurrencia (si aplica o no) y el impacto o consecuencia de cada uno de los aspectos ambientales, según la metodología FMEA (*Failure Mode and Effective Analysis*) como lo indicado en la siguiente tabla:

**Tabla V. Matriz de evaluación de riesgos**

<b>P R O B A B  I L I D A D</b>	Puede ocurrir en situaciones de emergencia	<b>4</b>	<b>MODERADO</b>	<b>SIGNIFICATIVO</b>	<b>SIGNIFICATIVO</b>	<b>SIGNIFICATIVO</b>
	Puede ocurrir en actividades no rutinarias	<b>3</b>	<b>MODERADO</b>	<b>MODERADO</b>	<b>SIGNIFICATIVO</b>	<b>SIGNIFICATIVO</b>
	Puede ocurrir en actividades rutinarias no diarias	<b>2</b>	<b>BAJO</b>	<b>MODERADO</b>	<b>MODERADO</b>	<b>SIGNIFICATIVO</b>
	Puede ocurrir bajo las condiciones normales de operación	<b>1</b>	<b>BAJO</b>	<b>BAJO</b>	<b>BAJO</b>	<b>MODERADO</b>
		<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	
		Sin impacto detectable en el medio ambiente	Tiene un impacto mínimo en el medio ambiente.	Tiene un impacto limitado o de corto plazo en el medio ambiente.	Tiene un impacto directo, dañino y/o irreversible en el medio ambiente	
<b>IMPACTO</b>						

Fuente: Calle (2018).

Las medidas de control se definieron para los riesgos clasificados como significativos y consiste con la implementación del plan de manejo de desechos sólidos.

Tabla VI. Evaluación de riesgo del proceso de control de calidad

Aspecto Ambiental	P	I	Detalle	Impacto potencial	Evaluación de riesgo	Medida de control
Orgánicos (producción, alimentos)	4	1	Desechos de pastas por análisis de laboratorio	Contaminación de suelo y agua	SIGNIFICATIVO	Programa de desechos sólidos
Tóxicos (lámparas, detectores de humo(confirmar)	0	0			NO SIGNIFICATIVO	
Reciclables (papel, plástico, cartón, aluminio)	4	2	Bolsas para muestreo interno	Contaminación al ambiente por desechos sólidos	SIGNIFICATIVO	Programa de desechos sólidos
No reciclables	4	2	Generación de desechos por empaques de productos	Contaminación de suelo y agua	SIGNIFICATIVO	Programa de desechos sólidos
Residuos especiales (tintas, toners, solventes, pinturas, residuos de soldadura, chatarra, baterías, equipo de cómputo/electrónico, lámparas fluorescentes)	0	0			NO SIGNIFICATIVO	Sin medida de control

Continuación de tabla VI.

Aceites y grasas	0	0			NO SIGNIFICATIVO	Sin medida de control
Vidrio	4	1	Cristalería de laboratorio	Contaminación de suelo	SIGNIFICATIVO	Programa de desechos sólidos
Ripio	0	0			NO SIGNIFICATIVO	Sin medida de control

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel 2021.

Tabla VII. **Evaluación de riesgo del proceso de bodegas**

Aspecto Ambiental	P	I	Detalle	Impacto potencial	Evaluación de riesgo	Medida de control
Orgánicos (producción, alimentos)	4	1	Desecho de producto terminado	Contaminación de suelo y agua	SIGNIFICATIVO	Programa manejo de desechos sólidos
Madera	4	2	Astillas de tarimas de madera/Tarimas en mal estado	Contaminación de suelo y agua	SIGNIFICATIVO	Programa manejo de desechos sólidos
Tóxicos (lámparas, detectores de humo(confirmar)	0	0			NO SIGNIFICATIVO	
Reciclables (papel, plástico, cartón, aluminio)	4	2	Strentre otros.h film, cartón	Contaminación de suelo y agua	SIGNIFICATIVO	Programa manejo de desechos sólidos
No reciclables	4	2	ME primario y secundario	Contaminación de suelo y agua	SIGNIFICATIVO	Programa manejo de desechos sólidos
Ripio	0	0			NO SIGNIFICATIVO	Sin medida de control

Continuación de tabla VII.

Residuos especiales (tintas, toners, solventes, pinturas, residuos de soldadura, chatarra, baterías, equipo de cómputo/electrónico, lámparas fluorescentes)	0	0		NO SIGNIFICATIVO	Sin medida de control
Aceites y grasas	0	0		NO SIGNIFICATIVO	Sin medida de control
Vidrio	0	0		NO SIGNIFICATIVO	Sin medida de control

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel 2021.

**Tabla VIII. Evaluación de riesgo del proceso de molino**

Aspecto Ambiental	P	I	Detalle	Impacto potencial	Evaluación de riesgo	Medida de control
Orgánicos	4	1	Producto proveniente de limpieza	Contaminación de suelo y agua	SIGNIFICATIVO	Programa de manejo de desechos sólidos
Madera	0	0			NO SIGNIFICATIVO	
Tóxicos	0	0			NO SIGNIFICATIVO	
Reciclables	2	2	Bolsas plásticas, cartón y papel	Contaminación de suelo y agua	SIGNIFICATIVO	Manejo de desechos sólidos
No reciclables	4	2	Material de empaque	Contaminación de suelo y agua	SIGNIFICATIVO	Manejo de desechos sólidos
Residuos especiales	2	3	Tinta de codificadora, pinturas, solventes	Contaminación de suelo y agua	SIGNIFICATIVO	Programa de manejo de desechos sólidos
Aceites y grasas	0	0			NO SIGNIFICATIVO	
Vidrio	0	0			NO SIGNIFICATIVO	
Ripio	0	0			NO SIGNIFICATIVO	

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel 2021.

**Tabla IX. Evaluación de riesgo del proceso de producción**

Aspecto Ambiental	P	I	Detalle	Impacto potencial	Evaluación de riesgo	Medida de control
Orgánicos	4	1	Subproductos no inocuos	Contaminación de suelo y agua	SIGNIFICATIVO	Programa de manejo de desechos sólidos
Madera	0	0			NO SIGNIFICATIVO	Sin medida de control
Tóxicos	0	0			NO SIGNIFICATIVO	Sin medida de control
Reciclables	2	2	Bolsas plásticas, cartón y papel	Contaminación de suelo y agua	SIGNIFICATIVO	Manejo de desechos sólidos
No reciclables	4	2	Material de empaque	Contaminación de suelo y agua	SIGNIFICATIVO	Manejo de desechos sólidos
Residuos especiales	2	3	Tinta de codificadora, pinturas, solventes	Contaminación de suelo y agua	SIGNIFICATIVO	Programa de manejo de desechos sólidos
Aceites y grasas	0	0			NO SIGNIFICATIVO	Sin medida de control
Vidrio	0	0			NO SIGNIFICATIVO	Sin medida de control
Ripio	0	0			NO SIGNIFICATIVO	Sin medida de control

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel 2021.

**Tabla X. Evaluación de riesgo del proceso de mantenimiento**

Aspecto Ambiental	P	I	Detalle	Impacto potencial	Evaluación de riesgo	Medida de control
Orgánicos (producción, alimentos)	0	0			NO SIGNIFICATIVO	Sin medida de control
Madera	0	0			NO SIGNIFICATIVO	Sin medida de control
Tóxicos (lámparas, detectores de humo(confirmar))	4	1	Colectores mercotac (mercurio), baterías	Contaminación de suelo y agua	NO SIGNIFICATIVO	Sin medida de control
No reciclables	4	1	Wypall, cartones contaminados con grasa y químicos. Duroport y esponjas de equipos y repuestos	Contaminación de suelo y agua	SIGNIFICATIVO	Programa de manejo de desechos sólidos
Aceites y grasas	4	1	Lubricantes usados	Contaminación de suelo y agua	SIGNIFICATIVO	Programa de manejo de desechos sólidos
Reciclables (papel, plástico, cartón, aluminio)	3	2	Orden de trabajo obsoletas, empaque de equipos y repuestos	Contaminación de suelo y agua	SIGNIFICATIVO	Programa de manejo de desechos sólidos

Continuación de tabla X.

Residuos especiales (tintas, toners, solventes, pinturas, residuos de soldadura, chatarra, baterías, equipo de cómputo/electrónico , lámparas fluorescentes)	4	1	tintas, toners, solventes, pinturas, residuos de soldadura, chatarra, baterías, equipo electrónico, lámparas fluorescentes	Contaminación de suelo y agua	SIGNIFICATIVO	Programa de manejo de desechos sólidos
Vidrio	0	0			NO SIGNIFICATIVO	Sin medida de control
Ripio	2	3	Ripio de reparaciones infraestructura	Contaminación de suelo y agua	NO SIGNIFICATIVO	Sin medida de control

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel 2021.

**Tabla XI. Evaluación de riesgo de las áreas administrativas**

Aspecto Ambiental	P	I	Detalle	Impacto potencial	Evaluación de riesgo	Medida de control
Orgánicos	2	1	Residuos de alimentos	Contaminación de suelo y agua	SIGNIFICATIVO	Programa manejo de desechos sólidos
Madera	0	0			NO SIGNIFICATIVO	Sin medida de control
Tóxicos	0	0			NO SIGNIFICATIVO	Sin medida de control
Reciclables	2	1	Impresiones, documentos obsoletos. PET, latas de aluminio.	Contaminación de suelo y agua	SIGNIFICATIVO	Programa manejo de desechos sólidos
No reciclables	0	0			NO SIGNIFICATIVO	Sin medida de control
Residuos especiales	2	1	Marcadores, baterías, recipientes de tóners	Contaminación de suelo y agua	SIGNIFICATIVO	Programa manejo de desechos sólidos
Aceites y grasas	0	0			NO SIGNIFICATIVO	Sin medida de control
Vidrio	0	0			NO SIGNIFICATIVO	Sin medida de control
Ripio	0	0			NO SIGNIFICATIVO	Sin medida de control

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel 2021.

**Tabla XII. Evaluación de riesgo de la cafetería**

Aspecto Ambiental	P	I	Detalle	Impacto potencial	Evaluación de riesgo	Medida de control
Orgánicos	4	2	Restos de comida, servilletas	Contaminación de suelo y agua	SIGNIFICATIVO	Programa de manejo de desechos sólidos
Madera	0	0			NO SIGNIFICATIVO	Sin medida de control
Tóxicos	0	0			NO SIGNIFICATIVO	Sin medida de control
Reciclables	4	2	Bolsas plásticas, cartón, plásticos, latas	Contaminación de suelo y agua	SIGNIFICATIVO	Programa de manejo de desechos sólidos
No reciclables	4	3	Duroport, tetrapack	Contaminación de suelo y agua	SIGNIFICATIVO	Programa de manejo de desechos sólidos
Residuos especiales					NO SIGNIFICATIVO	Sin medida de control
Aceites y grasas					NO SIGNIFICATIVO	Sin medida de control
Vidrio					NO SIGNIFICATIVO	Sin medida de control
Ripio					NO SIGNIFICATIVO	Sin medida de control

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel 2021.

#### **4.3. Procedimiento de descarte**

Los tratamientos de desechos son realizados por proveedores externos, las cuales los recolectan para trasladarlos a sus instalaciones. Para ello se separa el papel, plástico, vidrio y aluminio de los desechos orgánicos, los no reciclables, los especiales y los líquidos. Las empresas externas encargadas de los tratamientos brindan una constancia y deben presentar su licencia ambiental vigente.

Para llevar a cabo la segregación de este tipo de desechos se utiliza un código de colores de acuerdo con cada tipo de desecho:

Figura 9. **Segregación de los desechos sólidos por código de colores**



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Paint 2021.

#### 4.3.1. **Desechos de áreas de proceso**

Los desechos de las áreas de proceso pueden ser: polvo acumulado, residuos de harina, masa y subproductos, desechos de bolsas plásticas y cartones. Todos estos residuos son recolectados en bolsas plásticas colocadas en bases, en recipientes y bolsa plástica interna. El vaciado está a cargo del proveedor de limpieza subcontratado quien lo debe realizar diariamente trasladándolo hacia el depósito principal.

El residuo de subproductos y desechos de material de empaque son recolectados en bolsas plásticas por personal de la planta en cada turno. Los desechos de material de empaque se llevan al área asignada en el depósito

general en bolsas negras. Los subproductos se descartan en bolsas celestes hacia el depósito de desechos para consumo animal. El área de desechos para consumo animal se lava cada vez que la misma es vaciada.

**Figura 10. Recolección de subproductos en áreas operativas**



Fuente: [Fotografía de Blancandrea Divas]. (Empresa de elaboración de alimentos, área depósito general. 2021). Colección particular. Guatemala.

**Figura 11. Recolección de material de empaque en áreas operativas**



Fuente: [Fotografía de Blancandrea Divas]. (Empresa de elaboración de alimentos, área depósito general. 2021). Colección particular. Guatemala.

#### **4.3.2. Desechos de áreas de servicio generales y administrativos**

Los desechos de estas áreas pueden ser: papel, cartón, orgánicos, latas, plásticos, vidrio, papel de baño y secamanos. Cada una de las áreas cuentan con depósitos o recipientes internos para desechos sólidos. Los desechos se almacenan en bolsas plásticas para facilitar su extracción y limpieza.

**Figura 12. Estación de descarte área de cafetería**



Fuente: [Fotografía de Blancandrea Divas]. (Empresa de elaboración de alimentos, área depósito general. 2021). Colección particular. Guatemala.

**Figura 13. Estación de descarte área administrativa**



Fuente: [Fotografía de Blancandrea Divas]. (Empresa de elaboración de alimentos, área depósito general. 2021). Colección particular. Guatemala.

Para el descarte de los desechos sólidos en general, se cuenta con un depósito principal el cual se encuentra fuera de las plantas de producción y

bodegas. Este depósito general se alimenta de la red de depósitos ubicados en las diferentes áreas y se tiene a una persona encargada de verificar la correcta segregación en el área.

Figura 14. **Descarte de desechos sólidos en general**



Fuente: [Fotografía de Blancandrea Divas]. (Empresa de elaboración de alimentos, área depósito general. 2021). Colección particular. Guatemala.

Tanto los depósitos internos y principal poseen una frecuencia de extracción y limpieza establecida. El adecuado manejo de los depósitos de basura se verifica semanalmente a través de las auditorías de BPM's.

Los desechos sólidos son retirados por un proveedor externo, sin embargo, el tratamiento que le da a cada uno de ellos es de la siguiente forma:

**Tabla XIII. Tratamiento de desechos sólidos**

<b>Tipo de desecho</b>	<b>Tratamiento</b>
Material de empaque (usado y obsoleto)	Incineración controlada
Cartón, papel, plástico, vidrio	Reciclaje/Reuso
Papel secamanos y sanitario	Incineración controlada
Orgánicos de cafetería	Compostaje
Madera	Reciclaje/Reuso
Subproductos (masa, harina, pasta, granillo)	Alimento para animales

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel (2021).

#### **4.3.3. Desechos sólidos varios**

Los desechos sólidos varios generados pueden ser de tipo biológico, químico, físico y tóxico. Estos se generan en la clínica médica, áreas productivas, actividades de mantenimiento y en oficinas cuando hay desechos electrónicos o de baterías.

Los desechos provenientes de la clínica médica y dental, así como cualquier material, producto en proceso o producto terminado contaminado con fluidos corporales son retirados por una empresa subcontratada especializada en extracción de desechos biológicos. Estos desechos se descartan en un recipiente especial de color rojo destinado para este fin, único en toda la instalación; este está ubicado afuera de la clínica médica.

**Figura 15. Estación de descarte área clínica**



Fuente: [Fotografía de Blancandrea Divas]. (Empresa de elaboración de alimentos, área depósito general. 2021). Colección particular. Guatemala.

Los desechos sólidos de eléctricos, electrónicos y baterías son recolectados en un recipiente especial para este fin, para posteriormente ser recolectados por el proveedor para su tratamiento.

**Figura 16. Estación de descarte para electrónicos**



Fuente: [Fotografía de Blancandrea Divas]. (Empresa de elaboración de alimentos, área depósito general. 2021). Colección particular. Guatemala.

Los demás desechos sólidos varios como wypall que se generen de tareas de limpieza y mantenimiento se acopian en el basurero general y se envían a cogeneración. Los que sean tóxicos son enviados con empresas especializadas en la extracción, manejo y tratamiento de estos, asegurándonos que cumplan con requisitos nacionales e internacionales; estos se acopian dentro de los talleres de mantenimiento.

En el caso del ripio generado por proyectos especiales se deberá solicitar como requisito el descarte en lugares autorizados cuando se realice la cotización y negociación con proveedores.

Los desechos sólidos varios se tratan de la siguiente forma:

**Tabla XIV. Tratamiento de desechos sólidos varios**

<b>Tipo de desecho</b>	<b>Tratamiento</b>
Clínica médica y dental: cortopunzantes y bioinfecciosos	Incineración controlada
Producto contaminado con sustancias biológicas	Incineración controlada
Chatarra	Reciclaje
Equipo electrónico, eléctrico y baterías	Reutilización, reciclaje, recuperación de metales pesados y materiales tóxicos
Lámparas con mercurio	Recuperación e inactivación de metales pesados y materiales tóxicos
Wypall usados	Cogeneración
Envases para tintas de codificadoras	Reciclaje

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel 2021.

#### **4.3.4. Desechos líquidos especiales**

Los desechos líquidos especiales correspondientes a las áreas productivas son residuos de tintas para codificadoras, las cuales se descartan en el depósito de residuos de tintas en su respectivo recipiente original para posteriormente ser enviados con el proveedor de tintas quien les da el tratamiento.

Para los químicos de limpieza se tiene establecida la dilución de los mismos dentro del cuarto de químicos pues no se trabajan a concentraciones arriba del 5 % o 100 ppm y no presentan impactos negativos al ambiente en la caracterización del agua residual. El cuarto de químicos posee un dique de contención para evitar que en caso de derrame el químico se vierta puro.

Los desechos líquidos resultantes de las tareas de mantenimiento como aceites, lubricantes, thinner, solventes y pintura son recolectados en toneles y recipientes para posteriormente ser enviados con el proveedor designado para tratamiento de estos. Los aceites y lubricantes se acopian en la estación de lubricantes y los demás líquidos en sus recipientes originales en el taller de mantenimiento.

En el caso de presentarse algún incidente de derrame de bunker, este y los materiales absorbentes para su contención deben ser recolectados en toneles o recipientes plásticos para ser enviados con el proveedor que les dará tratamiento.

Los desechos líquidos especiales se tratan de la siguiente forma:

**Tabla XV. Tratamiento de desechos líquidos especiales**

<b>Tipo de desecho</b>	<b>Tratamiento</b>
Químicos: thinner, solventes, pinturas	Incineración controlada
Químicos de limpieza	Dilución en cuarto de químicos
Aceites, grasas y lubricantes	Reutilización, incineración
Tintas para codificadoras	Reciclaje
Bunker contaminado por derrame	Incineración

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel 2021.

#### **4.4. Costos**

Para la implementación de este plan de gestión de desechos sólidos, se calcularon los costos de implementación y las utilidades obtenidas durante el semestre.

En los costos de implementación solamente se requirió la compra de recipientes para las diferentes estaciones de segregación, que se colocaron en diferentes puntos de la empresa. También se indica el costo por capacitación y comunicación que entra en el rubro de papelería y útiles:

**Tabla XVI. Costos de implementación**

Insumo	Total
15 recipientes para segregación	Q2,184.86
Papelería y Útiles	Q500.00

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel (2021).

Se realizó un análisis de utilidades antes y después de la implementación del plan de manejo de desechos sólidos.

**Tabla XVII. Utilidades antes y después de implementación semestral**

Utilidades antes de Implementación	Utilidades después de Implementación
Q199,750.28	Q131,663.45

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel 2021.

En la tabla XVI se puede observar que hay una reducción de las utilidades luego de la implementación de plan de desechos sólidos. esto es debido al costo que se tiene por el correcto tratamiento de los desechos y no solo el descarte en el basurero municipal. Es importante mencionar que se realizaron acuerdos con el proveedor para que los costos fueran lo menor posibles y no afectar negativamente las utilidades.

## **5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

El diseño y la implementación de un plan de manejo de desechos sólidos se realizó para una empresa dedicada a la elaboración de alimentos, ya que no se contaba con un adecuado tratamiento de los residuos y se desconocía el impacto ambiental que este podría afectar. Esto no cumplía con los requisitos solicitados por los clientes.

### **5.1. Cuantificación y clasificación de los desechos sólidos**

Se empezó con la cuantificación de los desechos acumulados en el basurero general de la empresa en el cual se hizo una separación de cada desecho, se clasificó según su naturaleza (orgánico, plástico, aluminio, cartón, entre otros.), se pesó por medio de una balanza y se registró este valor para referencia. En la figura 8 se observa la cuantificación por semana de los principales desechos que se encontraban en el depósito general y en la tabla III se encuentra la clasificación de los desechos, la cantidad generada por día, el volumen, el porcentaje por material del peso total de los desechos y una proyección mensual de los desechos. Se puede observar que más del 45 % de los desechos corresponde al material de empaque, en segundo plano quedará los desechos varios con el 13,87 % y 12,61 % corresponde al subproducto para consumo animal. En la tabla IV se puede observar qué tipos de desechos generan las diferentes áreas, donde se observa que los desechos varios son generados en todos los procesos y los subproductos únicamente se generan en el área de producción.

## **5.2. Evaluación de análisis de riesgos**

Se realizó el análisis de riesgo de los procesos según lo indicado en la tabla V y se hizo por cada clasificación de desecho, colocando aplica si este se generaba dentro de su área y no aplica en caso no se genera, con esto se cumple el apartado de Probabilidad. Se colocó el detalle de lo que se genera o porqué se genera este tipo de desecho, se identificó el impacto ambiental que puede producir si no se realiza un adecuado descarte y por último se evalúa si el riesgo es significativo o no, cumpliendo con el apartado de Impacto. La medida de control para todos los riesgos significativos en este caso es el programa de manejo de desechos sólidos, ya que con esto podemos mitigar el impacto ambiental. Las matrices para cada proceso están detalladas de la tabla VI a la tabla XII.

## **5.3. Procedimiento de descarte**

El descarte de los desechos sólidos y líquidos se realiza por medio de proveedores externos, sin embargo, se realizó un procedimiento de descarte por cada tipo de desecho. En la figura 5 se puede observar el código de colores para descartar cada clasificación, siendo este azul para papel y cartón (que sean reciclables), gris para aluminio, amarillo para plástico, blanco para vidrio y materiales de tetrapack y verde para desechos orgánicos. Se colocaron estaciones de este tipo en varios puntos de la empresa para que el personal pueda hacer su descarte de forma ordenada como se observa en la figura 12 y 13. En la figura 10 y 11 se observa la segregación de los desechos causados por producción como los subproductos, que deben descartarse en bolsas de color celeste y el material de empaque que debe descartarse en bolsas color negro. Estos desechos son enviados al basurero general (figura 13) y son extraídos por

el proveedor externo, el cual debe ser el encargado de darle el tratamiento y presentar la evidencia adecuada según lo descrito en la tabla XIII.

Se tienen desechos especiales como bioinfecciosos y electrónicos los cuales son descartados según las figuras 15 y 16, así como también otros residuos como ripio wypall, entre otros. El tratamiento para estos residuos varios especiales se encuentran detallado en la tabla XIV. Para el descarte de desechos líquidos especiales se realiza también por un proveedor externo, estos deben almacenarse en sus recipientes originales y mantenerlos identificados. El tratamiento para este tipo de desecho está en la tabla XV.

#### **5.4. Análisis de costos**

Se realizó un el análisis de los costos de este diseño e implementación del plan de manejo de desechos sólidos. En la tabla XVI se puede observar el costo de inicio con el que se implementó este proyecto siendo un total de Q2,684.86. Se hizo una comparación de las utilidades de la empresa antes y después de la implementación de este plan de manejo de desechos sólidos. En la tabla XVII se puede apreciar que antes de este plan se tenía utilidades de Q199,750.28 por el descarte de desechos sólidos, en la actualidad, ya con este proyecto implementado las utilidades bajaron a Q131,663.45, teniendo una pérdida de aproximadamente Q68,000.00 por semestre. Este comportamiento se debe a que ahora se tiene un proveedor externo quien es el encargado darle el tratamiento adecuado a la mayoría de los desechos sólidos y adicional se contrató a una persona que está como encargada de recibir y clasificar los desechos en el basurero general, garantizando que se cumpla con la segregación establecida.



## **CONCLUSIONES**

1. Se diseñó y se implementó un plan de manejo de desechos sólidos con el cual se logró mitigar el impacto ambiental en los procesos administrativos y productivos de una empresa de elaboración de alimentos, por medio de una segregación por tipo de desechos y definición de tratamiento adecuado de cada uno de ellos.
2. Se cuantificó la cantidad de desechos generados en la empresa con un promedio mensual de 9,666.5 Kg. Se hizo la clasificación por tipo de desechos, estos fueron: material de empaque, plásticos, desechos orgánicos, subproductos no inocuos, desechos varios, aluminio, cartón y papel bond. Se identificó qué tipo de desechos generaban en cada etapa del proceso productivo y administrativo.
3. Se llevó a cabo la evaluación de análisis de riesgos de cada área, donde se evaluó probabilidad contra impacto y se establecieron medidas de mitigación para los riesgos significativos.
4. Se elaboró un procedimiento de descarte que indica la disposición final de cada tipo de desecho según su clasificación.
5. Se implementó el plan de manejo de desechos sólidos, se dejó a los encargados de áreas como responsables para la continuidad y se hizo revisión trimestral.

6. Se realizó un análisis de costos implementación el cual fue de 0.28 Q/Kg que consistió en la compra de estaciones para la segregación de los desechos sólidos y los gastos que se obtuvieron por capacitaciones al personal operativo y administrativo. Se hizo un análisis de utilidades de antes y después de la implementación del plan de manejo de desechos sólidos. La utilidad anterior fue de Q199,750.28 y la actual de Q131,663.45, teniendo una pérdida semestral de Q68,086.83.

## **RECOMENDACIONES**

1. Comprar una báscula y asignarla al área donde se cuantifica los desechos sólidos para facilitar este proceso.
2. Asegurarse de la responsabilidad que tiene cada encargado de área para cumplir con los lineamientos estipulados en este plan.
3. Fomentar una campaña de concientización al personal operativo y administrativo para que realicen estas actividades de segregación en sus hogares y comunidades.
4. Utilizar este plan de manejo de desechos sólidos como entrada para implementación normativas de gestión ambiental como SMETA 4 pilares o incluso una norma ISO 14001.
5. Evaluar la compra de una compactadora para reducir el volumen de los desechos de material de empaque con el que se obtendría más capacidad para almacenar en el basurero general.



## REFERENCIAS

1. Ayala, G. (2010). *Manejo municipal y caracterización de los desechos sólidos domiciliarios, de la ciudad de Chiquimula.* (Tesis de Maestría en Ciencias en Gestión Ambiental Local, Universidad de San Carlos de Guatemala). Recuperado de <http://postgrado.fausac.gt/wp-content/uploads/2016/09/G odofredo-Ayala-Ruiz.pdf>.
2. Barrientos, G. (2016). *Diseño de una propuesta metodológica que contribuya con la intervención de la problemática ambiental en el manejo y disposición de los residuos sólidos.* (Tesis de maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Colombia). Recuperado de <http://bdigital.unal.edu.co/54038/1/43755775.2016.pdf>.
3. Calle, J. (2018). *5 métodos de análisis de riesgos.* Recuperado de <https://www.riesgoscero.com/blog/5-metodos-de-analisis-de-riesgos>.
4. Congreso de la Republica de Guatemala (2020). *Decretos de código de Salud y Penal.* Recuperado de [https://www.congreso.gob.gt/seccion\\_informacion\\_legislativa/decretos](https://www.congreso.gob.gt/seccion_informacion_legislativa/decretos).

5. Díaz, M. (2007). *Plan Integral de Manejo de Residuos Sólidos en el municipio de Tipitapa*, Departamento de Managua. (Tesis de Maestría Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua).
6. Fournier, M. (2002). *Manejo integrado de desechos sólidos y líquidos post consumo*. EUNED, Volumen 8.
7. Gálvez, H. (2008). *Manejo integral de desechos sólidos caso: Barrio la Democracia*, ciudad de Jutiapa. (Tesis de Maestría en Diseño, Planificación y Manejo Ambiental, Universidad de San Carlos de Guatemala). Recuperado de [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/02/02\\_4989.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/02/02_4989.pdf).
8. Gispert, Carlos. (2000). Mentor Interactivo. Enciclopedia de Ciencias Sociales. MMIII Editorial Oceano. Barcelona, España.
9. Gómez, O. (2002). *Evaluación de Impacto Ambiental: un instrumento preventivo para la gestión ambiental*. Ediciones Mundi-Prensa Libros, 2<sup>a</sup>. Edición, Madrid.
10. Henry, G. y Heinke, W. (1999). *Ingeniería Ambiental*. México, D.F.: Prentice Hall, 1999.
11. Himanen M. and K. Hänninen, (2011). Composting of bio-waste, aerobic and anaerobic sludges - effect of feedstock on the process and quality of compost. *Bioresearch Technology*. Volumen 102(3), 2842–2852 p.

12. López, L. (2008). *Manejo y tratamiento adecuado de desechos sólidos de Santa Rosa de Copán*. (Tesis de Maestría en Formulación, Gestión y Evaluación de Proyectos, Universidad Nacional Autónoma De Honduras) Recuperado de  
<https://tzibalnaah.unah.edu.hn/bitstream/handle/123456789/5751/T-MFep00021.pdf?sequence=2>.
13. López, N. (2009). *Propuesta de programa para el manejo de los residuos sólidos en la plaza de mercado de cerete, Corabastos – Córdoba*. (Tesis de Maestría en Gestión Ambiental, Universidad Pontificia Javeriana). Recuperado de  
<https://javeriana.edu.co/biblos/tesis/eambientales/tesis64.pdf>.
14. Martínez, J. (2005). *Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos. Fundamentos tomo I*; Centro coordinación del convenio de Basilea para América Latina y el Caribe. Montevideo Uruguay.
15. Medina, J. (2001). *Minimización y manejo ambiental de los residuos sólidos*. Instituto Nacional de Ecología, México.
16. Oldenhage, F. (2016). *Propuesta de un programa de gestión para mejorar el manejo de los residuos sólidos en el distrito de San Juan de Miraflores con respecto al ambiente, el servicio de recojo y el comportamiento de la población*. (Tesis de maestría en Gestión de Operaciones y Servicios Logísticos). Recuperado de  
<https://industrial.unmsm.edu.pe/upg/archivos/TESIS2018/MAESTRIA/thesis11.pdf>.

17. Organización Internacional de Estandarización (2018). *Riesgo ambiental y análisis de los riesgos según la ISO 14001 2015*. Recuperado de <https://www.nueva-iso-14001.com/2018/04/riesgo-ambiental-segun-la-iso-14001-2015/>.
18. Otero, A. (2015). *Propuesta Metodológica para el Seguimiento y Control del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos*, del Municipio de Usiacurí. (Tesis de maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, Universidad de Manizales). Recuperado de <http://ridum.umanzales.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/6789/2591/Documento%20Tesis%20%20Angelica%20Otero.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
19. Ramírez, A. (2003). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. España. Ed. Mundi-Prensa.
20. Real Academia Española. (2014). *Diccionario de la lengua española* (23<sup>a</sup> Ed.).
21. Zamora, J. (2013). *Plan de Manejo Ambiental de Desechos Sólidos del Municipio de San Andrés Itzapa*, Chimaltenango. (Tesis de Maestría en Diseño, Planificación y Manejo Ambiental, Universidad de San Carlos de Guatemala). Recuperado de [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/02/02\\_3688.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/02/02_3688.pdf).

## APÉNDICES

### Apéndice 1. Matriz de coherencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	METODOLOGÍA	RESULTADOS ESPERADOS
<b>General</b>  ¿Se puede diseñar e implementar un plan de manejo de desechos sólidos para mitigar el impacto ambiental causados por los procesos administrativos y productivos de una empresa de elaboración de alimentos?	<b>Objetivo general:</b>  Diseñar e implementar un plan de manejo de desechos sólidos para mitigar el impacto ambiental causado por los procesos administrativos y productivos de una empresa de elaboración de alimentos.	Tipo de investigación:  Investigación aplicada.  Técnicas:  Cuantificación y clasificación de los desechos sólidos.  Análisis de costos.  Análisis de riesgos  Instrumentos:  Computadora.  Normas internacionales  Balanzas	Implementación del plan de manejo de desechos sólidos para mitigación de impactos ambientales previstos a través de análisis de riesgos.

Continuación del apéndice 1.

		<p>Como: se cuantificará y clasificará los desechos generados en los procesos, se tendrá análisis de impactos ambientales y monitoreos para mitigación. Análisis de costos en caso de modificaciones de infraestructura, nuevos equipos o cambios de proveedores.</p> <p>Cuando: Segundo semestre del año 2020 y primer semestre del año 2021.</p> <p>Donde: Empresa dedicada a la elaboración de alimentos secos derivados del trigo.</p>	
--	--	--	--

Continuación del apéndice 1.

		<p>Con que recursos:</p> <p>Humano: Investigador, jefaturas de cada proceso</p> <p>Físico: Planta Productiva</p> <p>Financiero: Disposición de nuevos ajustes y cambios de proveedores de ser necesario.</p> <p>Tiempo: Segundo semestre del año 2020 y primer semestre del año 2021.</p>	
PROBLEMAS	OBJETIVOS	METODOLOGÍA	RESULTADOS ESPERADOS
<p><b>Específicos</b></p> <p>¿Se puede cuantificar la cantidad actual de desechos y clasificar los mismos por tipo de desechos para los procesos administrativos y productivos?</p>	<p><b>Objetivo específico:</b></p> <p>1.Cuantificar la cantidad de desechos generados actualmente en la empresa para poder determinar la clasificación por tipo en cada etapa del proceso productivo y procesos administrativos.</p>	<p>Tipo de investigación: Investigación aplicada</p> <p>Técnicas: Se realizará una cuantificación de los desechos sólidos por medio de pesadas, se sumarán los kilos generados diariamente para realizar un conteo mensual.</p>	Cuantificar y clasificar los tipos de desechos.

Continuación del apéndice 1.

	<p>Se identificará la clasificación de los mismos.</p> <p>Instrumentos:</p> <p>Computadora.</p> <p>Balanza</p> <p>Como: pesar, monitorear y separar según tipo de desecho.</p> <p>Cuando: último trimestre del año 2020.</p> <p>Donde: Empresa dedicada a la elaboración alimentos secos derivados del trigo.</p> <p>Con que recursos:</p> <p>Humano:</p> <p>Investigador y jefes de procesos.</p> <p>Físico: Planta de producción.</p> <p>Financiero:</p> <p>Disposición según nuevos ajustes o nuevos proveedores.</p> <p>Tiempo: 3 meses.</p>	
--	--	--

Continuación del apéndice 1.

<b>Específicos</b> ¿Se puede realizar un análisis de riesgos para evaluar la mitigación del impacto ambiental ocasionado por un mal manejo de desechos sólidos?	<b>Objetivo específico:</b> 2. Realizar un análisis de riesgo de los procesos por mal manejo de desechos sólidos para establecer medidas de mitigación de impacto ambiental.	Tipo de investigación: Investigación aplicada  Técnicas: Análisis de riesgos por método FMEA (Failure Mode and Effective Analysis)  Instrumentos: Computadora.  Como: por medio de un análisis de riesgos, identificar los impactos ambientales y monitorearlos por medio de controles para mitigarlos.  Cuando: primer trimestre del año 2021.  Donde: Empresa dedicada a la elaboración alimentos secos derivados del trigo.	Evaluar los impactos ambientales por procesos y reducirlos por monitoreo de control preventivos.
--	---	---	--

Continuación del apéndice 1.

		<p>Con que recursos:</p> <p>Humano: Investigador y jefes de procesos.</p> <p>Físico: Empresa de fabricación de alimentos.</p> <p>Financiero: Disposición según nuevos ajustes.</p> <p>Tiempo: primer trimestre del año 2021.</p>	
<p><b>Específicos:</b> ¿Cuáles son los pasos que debe considerar un procedimiento de descarte para cada tipo de desecho, según la clasificación realizada?</p>	<p><b>Objetivo específico:</b></p> <p>3. Elaborar un procedimiento de descarte para establecer la disposición final de cada tipo de desecho según su clasificación.</p>	<p>Tipo de investigación: Investigación aplicada</p> <p>Técnicas: Análisis, mejora y determinación de métodos.</p> <p>Instrumentos: Computadora.</p> <p>Como: realización de procedimientos de descarte según tipo de desecho.</p>	<p>Procedimientos de descarte por tipo de desecho.</p>

Continuación del apéndice 1.

		<p>Cuando: segundo trimestre del año 2021.</p> <p>Donde: Empresa dedicada a la elaboración de alimentos secos derivados del trigo</p> <p>Con que recursos:</p> <p>Humano: Investigador y jefes de procesos.</p> <p>Físico: Planta de producción</p> <p>Financiero: ninguno</p> <p>Tiempo: segundo trimestre del año 2021.</p>	
<b>Específicos</b> ¿Se puede implementar el plan de manejo de desechos sólidos en la empresa de elaboración de alimentos?	<b>Objetivo específico:</b> 4. Implementar el plan de manejo de desechos en la empresa de elaboración de alimentos.	<p>Tipo de investigación: Investigación aplicada</p> <p>Técnicas: Cuantificación y clasificación de los desechos sólidos. Análisis de costos. Análisis de riesgos</p> <p>Instrumentos: Computadora.</p>	Evaluar los impactos ambientales por procesos y reducirlos por monitoreo de control preventivos.

Continuación del apéndice 1.

		<p>Como: por medio de cuantificación de los desechos sólidos, clasificarlo según su tipo, realización de un análisis de riegos para identificar los impactos ambientales y monitorearlos por medio de controles para mitigarlos y establecimiento de procedimientos para disposición fina.</p> <p>Cuando: segundo trimestre del año 2021.</p> <p>Donde: Empresa dedicada a la elaboración alimentos secos derivados del trigo.</p> <p>Con que recursos:</p> <p>Humano: Investigador y jefes de procesos.</p> <p>Físico: Empresa de fabricación de alimentos.</p>	
--	--	--	--

Continuación del apéndice 1.

		<p>Financiero: Disposición según nuevos ajustes o nuevos proveedores. Tiempo: segundo trimestre del 2021.</p>	
<p><b>Específicos</b></p> <p>3. ¿De qué manera se puede garantizar mantener los costos de descarte de desechos sólidos al implementar un plan de manejo de los mismos?</p>	<p><b>Objetivo específico:</b></p> <p>5. Realizar un análisis de costos del antes y después de implementar el plan de manejo de desechos sólidos.</p>	<p>Tipo de investigación: Investigación aplicada</p> <p>Técnicas: Se realizará un análisis de costos donde se sumarán los gastos de implementación.</p> <p>Instrumentos: Computadora.</p> <p>Como: comparación de costos de desechos actuales con los costos que se tendrán al implementar el plan de manejo de desechos sólidos.</p> <p>Cuando: segundo trimestre de 2021.</p>	<p>Mantener los costos de descartes de desechos.</p>

Continuación del apéndice 1.

		<p>Donde: Empresa dedicada a la elaboración alimentos.</p> <p>Con que recursos:</p> <p>Humano: Investigador y jefes de procesos.</p> <p>Físico: Empresa dedicada a la elaboración alimentos.</p> <p>Financiero: Disposición según nuevos ajustes o proveedores.</p> <p>Tiempo: segundo trimestre del 2021.</p>	
--	--	--	--

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel 2021.