



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Estudios de Postgrado  
Maestría en Energía y Ambiente

**EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS EN LOS  
LABORATORIOS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA, FACULTAD DE  
INGENIERÍA, USAC**

**Ing. Juan Carlos Jeréz Juárez**

Asesorado por M.A. Ing. Qco. César Ariel Villela Rodas

Guatemala, septiembre de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS EN LOS  
LABORATORIOS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA, FACULTAD DE  
INGENIERÍA, USAC**

INFORME FINAL

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**ING. JUAN CARLOS JERÉZ JUÁREZ**

ASESORADO POR EL M.A. ING. QCO. CÉSAR ARIEL VILLELA RODAS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**MAESTRO EN ARTES EN ENERGÍA Y AMBIENTE**

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

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

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
DIRECTOR	Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
EXAMINADOR	Mtro. Ing. Juan Carlos Fuentes Montepeque
EXAMINADOR	Mtro. Ing. Cesar Augusto Castillo Morales
SECRETARIO	Mtro. Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

**EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS EN LOS  
LABORATORIOS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA, FACULTAD DE  
INGENIERÍA, USAC**

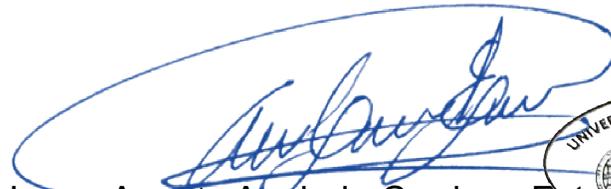
Tema que me fuera aprobado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado), con fecha 09 de septiembre de 2021.

**Ing. Juan Carlos Jeréz Juárez**

LNG.DECANATO.OI.647.2022

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Estudios de Posgrado, al Trabajo de Graduación titulado: **EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS EN LOS LABORATORIOS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA, FACULTAD DE INGENIERÍA, USAC**, presentado por: **Juan Carlos Jerez Juárez**, que pertenece al programa de Maestría en artes en Energía y ambiente después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada

Decana

Guatemala, septiembre de 2022

AACE/gaac



**Guatemala, septiembre de 2022**

LNG.EEP.OI.647.2022

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:

**“EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS EN LOS LABORATORIOS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA, FACULTAD DE INGENIERÍA, USAC”**

presentado por **Juan Carlos Jeréz Juárez** correspondiente al programa de **Maestría en artes en Energía y ambiente** ; apruebo y autorizo el mismo.

Atentamente,

*“Id y Enseñad a Todos”*

**Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Colí**  
Director

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





Guatemala, 25 de mayo de 2022

MSc. Ing Edgar Álvarez Cotí  
Director, Escuela de Estudios de Postgrado  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Presente

Por este medio informo a usted, que se ha revisado y APROBADO el siguiente INFORME FINAL DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN del alumno:

Carné: 200516096  
Alumno: Juan Carlos Jerez Juárez  
Maestría: Energía y Ambiente  
Título de la  
Investigación: EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE MANEJO DE DESECHOS  
SÓLIDOS EN LOS LABORATORIOS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA,  
FACULTAD DE INGENIERÍA, USAC

En este sentido, extendiendo el Visto Bueno correspondiente, para el cumplimiento de requisitos de la Escuela de Estudios de Postgrado, de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Sin otro particular



Vo. Bo. M.Sc. Ing. Juan Carlos Fuentes Montepeque  
Coordinador Area de Desarrollo Socio Ambiental y  
Energético  
Escuela de Estudios de Postgrado  
Facultad de Ingeniería

Guatemala, 25 de mayo de 2022

MSc. Ing Edgar Álvarez Cotí  
Director, Escuela de Estudios de Postgrado  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Presente

Por este medio informo a usted, que, como ASESOR, he revisado y aprobado la siguiente **TÉSIS DE GRADUACIÓN** del (la) alumno (a):

Carné:	200516096
Alumno:	Juan Carlos Jerez Juárez
Maestría:	En Energía y Ambiente
Título de la Investigación:	EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS EN LOS LABORATORIOS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA, FACULTAD DE INGENIERÍA, USAC

En este sentido, extiendo el Visto Bueno correspondiente, para el cumplimiento de requisitos de la Escuela de Estudios de Postgrado, de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Asimismo, se hace constar que el estudiante cumplió con el pago de los honorarios profesionales de asesoría de dicha tesis de graduación.

Sin otro particular

  
M.A. Ing. Qce. César Ariel Villela Rodas  
Asesor

(sello)  
*Ing. César Ariel Villela Rodas*  
INGENIERO QUIMICO  
Colegiado No. 1,175

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por ser mi amoroso Padre Celestial, el creador de mi vida y el que me llena de bendiciones día a día.
- Mis padres** Juan Carlos Jerez Ortíz y Sandra Alicia Juárez Sánchez, por estar presentes en cada momento de mi vida, por su total apoyo para lograr mis metas y su amor incondicional a lo largo de mi vida. Los amo con todo mi corazón.
- Mis hermanas** Sandra Karinna y Astrid Marissa Jeréz Juárez, porque siendo yo el mayor, ellas son el mejor ejemplo para mí y son las que me inspiran a ser una mejor persona.
- Mis abuelos** Juan Antonio Jerez Tórtola (q.e.p.d), Zoila Esperanza Ortíz Arévalo (q.e.p.d), Julio Juárez Gómez y Berta Alicia Sánchez Aldana, por sus buenos consejos y cariño incomparable.
- Mi cuñado** José Gerardo García Pineda, por ser el hermano que nunca tuve.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>La Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por darme la oportunidad de obtener una formación profesional y permitirme egresar de esta magnífica casa de estudios.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por haberme abierto sus puertas y permitirme graduarme como Maestro en Energía y Ambiente.
<b>Mi familia</b>	Por estar a mi lado en todo momento y apoyarme incondicionalmente en cada aspecto de mi vida.
<b>Mi asesor</b>	M.A. Ing. Qco. Cesar Ariel Villela Rodas, por su apoyo, consejos, ánimo y por compartir su sabiduría para realizar este trabajo de graduación.
<b>Mis jefes</b>	Inga. Anabela Cordova, Ing. Hugo Rivera, por su apoyo, creer en mí y darme la oportunidad de poder progresar.
<b>Inga. Gabriela Herrera</b>	Por el apoyo en la recta final para alcanzar este mérito.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	IX
GLOSARIO .....	XI
RESUMEN .....	XV
JUSTIFICACIÓN.....	XVII
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	XIX
OBJETIVOS.....	XXIII
INTRODUCCIÓN .....	XXV
1. ANTECEDENTES GENERALES .....	1
1.1. Reseña histórica.....	1
1.1.1. Historia de la Facultad de Ingeniería .....	1
1.1.2. Historia de la Escuela de Ingeniería Química .....	5
1.2. Plan estratégico de la Escuela de Ingeniería Química .....	6
1.2.1. Misión .....	6
1.2.2. Visión.....	7
1.2.3. Objetivos.....	7
1.2.4. Funciones generales .....	8
1.2.5. Política de calidad.....	9
1.2.6. Estructura organizativa .....	10
1.2.7. Organigrama general de la Escuela de Ingeniería Química .....	11
1.3. Estudios similares realizados .....	11

2.	MARCO TEÓRICO Y LEGAL .....	17
2.1.	Los desechos sólidos .....	17
2.1.1.	Diferencia entre desechos y residuos .....	18
2.2.	Propiedades de los desechos sólidos .....	19
2.2.1.	Físicas .....	19
2.2.2.	Químicas .....	20
2.2.3.	Biológicas .....	21
2.3.	Clasificación de los desechos sólidos .....	23
2.3.1.	De acuerdo con su composición .....	24
2.3.1.1.	Desechos orgánicos .....	24
2.3.1.2.	Desechos inorgánicos .....	25
2.3.2.	De acuerdo con el tipo de manejo .....	26
2.3.2.1.	Desechos peligrosos .....	27
2.3.2.2.	Desechos especiales .....	27
2.3.2.3.	Desechos de laboratorio.....	28
2.4.	Manejo de los desechos sólidos .....	29
2.4.1.	Generación.....	30
2.4.2.	Almacenamiento.....	31
2.4.3.	Transporte .....	32
2.4.4.	Tratamiento .....	32
2.4.5.	Disposición final .....	35
2.5.	Política ambiental de la Universidad de San Carlos de Guatemala.....	37
2.5.1.	Aprobación y vigencia .....	39
2.5.2.	Descripción de la política.....	39
2.6.	Reglamento para la gestión integral de los residuos y desechos sólidos comunes .....	40
2.6.1.	Aprobación y vigencia .....	41
2.6.2.	Descripción del reglamento .....	41

3.	DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....	43
3.1.	Selección de los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Química que generan desechos sólidos.....	44
3.1.1.	Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales – LIEXVE .....	44
3.1.2.	Laboratorios del área de Química.....	44
3.1.3.	Laboratorio de Microbiología .....	45
3.1.4.	Laboratorio de análisis fisicoquímicos – LAFIQ.....	45
3.2.	Origen de los desechos sólidos dentro de los laboratorios seleccionados.....	45
3.2.1.	Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales – LIEXVE .....	45
3.2.2.	Laboratorios del área de Química.....	47
3.2.3.	Laboratorio de Microbiología .....	48
3.2.4.	Laboratorio de análisis fisicoquímicos - LAFIQ.....	48
3.3.	Cuantificación de los desechos sólidos generados .....	50
3.3.1.	Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales – LIEXVE .....	50
3.3.2.	Laboratorios del área de Química.....	53
3.3.3.	Laboratorio de Microbiología .....	55
3.3.4.	Laboratorio de análisis fisicoquímicos - LAFIQ.....	56
3.4.	Clasificación de los desechos sólidos generados.....	57
3.4.1.	Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales – LIEXVE .....	58
3.4.2.	Laboratorios del área de Química.....	58
3.4.3.	Laboratorio de Microbiología .....	62
3.4.4.	Laboratorio de análisis fisicoquímico – LAFIQ.....	64
3.5.	Actual proceso de recolección y disposición de los desechos sólidos .....	65

3.5.1.	Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales – LIEXVE .....	65
3.5.2.	Laboratorios del área de Química .....	66
3.5.3.	Laboratorio de Microbiología .....	68
3.5.4.	Laboratorio de análisis fisicoquímico – LAFIQ .....	68
4.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	71
4.1.	Propuesta de manejo de desechos sólidos .....	71
4.1.1.	Manejo integral de desechos sólidos .....	72
4.1.1.1.	Generación de desechos sólidos en los laboratorios.....	73
4.1.1.2.	Almacenamiento de desechos sólidos ..	74
4.1.1.3.	Transporte de desechos sólidos.....	74
4.1.1.4.	Tratamiento de desechos sólidos.....	75
4.1.1.5.	Disposición final de desechos sólidos ..	76
4.2.	Programa de las 4R´s .....	77
4.2.1.	Reducir .....	77
4.2.2.	Reutilizar .....	77
4.2.3.	Reciclar .....	78
4.2.4.	Recuperar.....	79
5.	PROPUESTA DE SOLUCIÓN .....	81
5.1.	Seguimiento y mejora continua .....	81
5.1.1.	Monitoreo .....	82
5.1.2.	Educación ambiental .....	83
5.1.2.1.	Promoción de conciencia ambiental .....	84
5.1.2.1.1.	Afiches .....	85
5.1.2.1.2.	Capacitaciones.....	86

CONCLUSIONES ..... 89  
RECOMENDACIONES ..... 91  
REFERENCIAS ..... 93  
APENDICE ..... 99  
ANEXOS ..... 107



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Organigrama general de la Escuela de Ingeniería Química .....	11
2.	Desechos sólidos de acuerdo con su composición .....	24
3.	Desechos sólidos de acuerdo con el tipo de manejo .....	27
4.	Modelo estándar para el manejo de desechos sólidos.....	29
5.	Orégano, como materia prima.....	46
6.	Ácido acetilsalicílico .....	47
7.	Ejercicio de columna cromatográfica, con muestra de espinaca.....	49
8.	Escala planta piloto .....	51
9.	Escala laboratorio.....	52
10.	Desechos de los laboratorios del área de Química .....	54
11.	Agar-agar .....	55
12.	Polipropileno de fluorescencia.....	57
13.	Basurero del LIEXVE .....	66
14.	Almacenamiento del ácido acetilsalicílico y colorantes .....	67
15.	Bodega de los laboratorios del área de Química y Físicoquímica .....	68
16.	Basureros del LAFIQ .....	69
17.	Árbol de objetivos para el manejo integral de desechos sólidos .....	72
18.	Jerarquía en el manejo de residuos sólidos .....	79
19.	Afiche No. 1 – Día mundial del reciclaje.....	85
20.	Política de cero usos de poliestireno y plástico no reciclable en la USAC .....	86

## TABLAS

I.	Datos sobre la fracción biodegradable basados en el contenido de lignina .....	22
II.	Tiempo de degradación de desechos sólidos inorgánicos.....	26
III.	Código de colores para clasificar desechos en Guatemala .....	32
IV.	Cuantificación de desechos sólidos de los laboratorios del área de Química .....	54
V.	Desechos sólidos generados en el laboratorio de Microbiología .....	56
VI.	Clasificación de desechos sólidos de los laboratorios del área de Química .....	58
VII.	Manipulación y almacenamiento del nitrato de potasio.....	59
VIII.	Manipulación y almacenamiento del cobre metálico.....	60
IX.	Manipulación y almacenamiento del sulfato de cobre.....	60
X.	Manipulación y almacenamiento del ácido acetilsalicílico.....	61
XI.	Manipulación y almacenamiento del amarillo martius.....	62
XII.	Clasificación de desechos sólidos del laboratorio de Microbiología .....	63
XIII.	Manipulación y almacenamiento del agar-agar .....	63
XIV.	Clasificación de desechos sólidos del LAFIQ .....	64
XV.	Manipulación y almacenamiento del bicarbonato de sodio.....	65
XVI.	Técnicas de manejo en la disposición final.....	76
XVII.	Plan de acción para la educación ambiental.....	83

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>BF</b>	Fracción biodegradable expresada en base al contenido de lignina
<b>°C</b>	Grados Celsius
<b>g</b>	Gramo
<b>kg</b>	Kilogramo
<b>lb</b>	Libra
<b>LC</b>	Porcentaje del contenido de lignina de los sólidos volátiles
<b>mm</b>	Milimetro



## GLOSARIO

<b>Basura</b>	Es todo material considerado como desecho y que se necesita eliminar. Un producto de las actividades humanas al cual se le considera de valor igual a cero por el desechado. No necesariamente debe ser odorífica, repugnante e indeseable; depende de su origen y composición.
<b>Botadero</b>	Área donde se depositan los residuos a cielo abierto sin recibir tratamiento.
<b>Caracterización</b>	Acción o efecto de ordenar o disponer por clases.
<b>CII</b>	Centro de Investigaciones de Ingeniería.
<b>Contaminación</b>	Alteración de un parámetro físico o químico que puede provocar daños al ambiente y al ser humano.
<b>Compost</b>	Material que se genera a partir de la descomposición de los residuos sólidos orgánicos y sirve como estabilizador del suelo agrícola, parques, jardines y recuperación de tierras no fértiles.
<b>CPE</b>	Circulo de Producción Ecológica.

<b>Disposición final</b>	Es la última actividad operacional del servicio de aseo, mediante el cual la basura es descargada en forma definitiva.
<b>Fase</b>	Cada una de las partes homogéneas físicamente separables en un sistema formado por uno o varios componentes.
<b>Impacto</b>	Es el efecto que produce la actividad humana al ambiente.
<b>LAFIQ</b>	Laboratorio de análisis fisicoquímicos.
<b>LIEXVE</b>	Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales.
<b>MARN</b>	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.
<b>Misión</b>	Conjunto de objetivos generales y principios de trabajos para avanzar en una organización.
<b>OIT</b>	Organización Internacional del Trabajo.
<b>ONUDI</b>	Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial.
<b>OPS</b>	Organización Panamericana de la Salud.
<b>PHVA</b>	Planear, Hacer, Verificar, Actuar.

<b>Política ambiental</b>	Acciones que se toman para cuidar o proteger el medio ambiente, como resultado de la interacción de los intereses políticos económicos y sociales, para conservar las bases naturales de la vida humana y conseguir un desarrollo sostenible.
<b>Relleno sanitario</b>	Técnica de ingeniería para el adecuado confinamiento de los residuos sólidos municipales. Comprende el esparcimiento, acomodo y compactación de los residuos, cobertura con tierra diariamente, el control de lixiviados y gases, así como la proliferación de vectores con la finalidad de evitar la contaminación del ambiente protegiendo la salud de la población.
<b>Tratamiento</b>	Proceso de transformación física, química o biológica de los residuos sólidos para modificar sus características o aprovechar su potencial, a partir del cual se puede generar un nuevo residuo sólido.
<b>UNICEN</b>	Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.
<b>USAC</b>	Universidad de San Carlos de Guatemala.
<b>Visión</b>	Capacidad de proyectar el futuro de una organización, describiendo el objetivo que se desea lograr.



## RESUMEN

Generar y acumular desechos sólidos no es un tema reciente o poco conocido, ya que esto tiene sus inicios desde el momento en que los seres humanos existen en el planeta tierra. Desde entonces, las personas han tenido que aprender a vivir con los desechos que ellas mismas producen.

Como primera opción, el almacenaje fue de las primeras opciones que se tuvieron para establecer el destino de los desechos que las personas producían, sin embargo, el hecho de controlar y manejar los desechos sólidos, cada vez se ha ido agravando más, en la misma manera en que la sociedad se va desarrollando.

En los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Química, la existencia de desechos sólidos también es un problema que se debe atender. Es por esto, que se realiza el presente trabajo de investigación.



## JUSTIFICACIÓN

La Gestión y Tratamiento de Residuos, es la línea de investigación que se propone para este informe final, específicamente, el subinciso que trata de atender la problemática por la generación de residuos, ya que, debido a la población en general, que hay dentro de la Facultad de Ingeniería, se ha acrecentado la cantidad de desechos que se generan, principalmente, en los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Química, considerando también, que cada año, la población estudiantil va en aumento.

Según Flores (2008), los desechos sólidos, los define como aquellos que son generados como productos de una actividad, ya sea, por la acción directa del hombre, o por la actividad de otros seres vivos; formándose una masa heterogénea que en muchos casos es difícil de volver a reincorporar en ciclos naturales o industriales, y una vez utilizado carece de valor y se convierte en indeseable y tienden a ser desechados.

Realizar una investigación y proponer un manejo de desechos sólidos para los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Química de la Facultad, como tal, ayudará a cumplir con una parte de lo establecido en la política ambiental en la Universidad.

Con base en los resultados obtenidos, se busca aportar al medio ambiente y a la salud de las personas, mediante tres actividades principales: la primera, la implementación de la técnica de las 4R's, que básicamente, consiste en reducir, reutilizar, reciclar y reparar; la segunda, concientizar y promover la cultura ambiental en los estudiantes, docentes y personal administrativo de los

laboratorios de la Escuela de Ingeniería Química; y la tercera, proponer una manera adecuada para manejar los desechos sólidos generados. Todo lo anterior, con el fin de mitigar el impacto adverso que los desechos sólidos producen.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Química, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, no cuentan con medidas definidas, ni registros, respecto al manejo de los desechos sólidos que se generan.

- Contexto general

Los desechos sólidos son problema de muchas sociedades, ya que son los seres humanos quienes los generan luego de fabricar, usar y consumir productos. Los desechos sólidos, presentan un problema serio para todo el mundo, ya que la falta de un tratamiento adecuado de los mismos ha repercutido en graves consecuencias, tanto en la acumulación de estos, como en la contaminación del medio ambiente, la cual tiene como resultado, la eventual desaparición de la capa de ozono, daños a los ecosistemas, lluvia ácida, extinción de especies, insalubridad del agua y alimentación nociva.

Los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Química, de la Facultad de Ingeniería no son la excepción a la generación de desechos sólidos, ya que la cantidad de alumnos inscritos dentro de la Facultad, en promedio, asciende a catorce mil estudiantes (Facultad de Ingeniería, 2021) y específicamente novecientos trece alumnos inscritos en la Carrera de Ingeniería Química.

- Descripción del problema

La falta de una propuesta, para manejar de forma adecuada, los desechos sólidos que los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería, de la USAC genera, es el principal problema que se busca atender esta investigación.

A los desechos sólidos, no se les presta la atención necesaria, y el hecho de no tener control sobre los mismos, puede incurrir en problemas, que generan contaminación, que al final conllevan en daños al medio ambiente y a problemas en la salud de las personas.

Tales como enfermedades respiratorias (bronquitis, asma, alergias, entre otras), enfermedades dermatológicas, enfermedades cardiovasculares, diversos tipos de cáncer y muertes y problemas de higiene en las zonas donde el agua está contaminada y no tienen acceso al agua potable.

- Formulación del problema

- Pregunta central

¿Existe una propuesta para el manejo adecuado de los desechos sólidos, que se generan en los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala?

- Preguntas auxiliares
  - ¿Qué tipo de desechos sólidos se generan dentro de los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería?
  - ¿Qué se hace con los desechos sólidos que se generan dentro de los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería?
  - ¿Se podrán generar directrices adecuadas para el manejo de los desechos sólidos por parte de los estudiantes, docentes o personal administrativo que se generan dentro de los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería?
  
- Delimitación del problema

El estudio se llevará a cabo sobre la generación de los desechos sólidos en un semestre en los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Campus Central, zona 12 de la Ciudad Capital.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Evaluar y proponer el manejo de desechos sólidos en los Laboratorios de la Escuela de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, USAC.

### **Específicos**

- Cuantificar la generación diaria de desechos sólidos producidos en los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería.
- Clasificar los tipos de desechos sólidos dentro de los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería.
- Proponer un sistema de manejo de desechos sólidos para los estudiantes, docentes y personal administrativo, que se generan dentro de los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería.



## INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas más significativos, a nivel nacional, en el territorio de Guatemala, es la contaminación ambiental, ocasionada por un mal manejo de desechos sólidos, que, a su vez, no cuentan con una correcta gestión de estos.

Los desechos sólidos, que generalmente, se les conoce como basura, son el resultado de la realización de diferentes actividades cotidianas. Por medio de la gestión integral de desechos sólidos, es posible disminuir el impacto que estos puedan generar en un área determinada, obteniendo al mismo tiempo beneficios mediante su aprovechamiento.

Para evaluar y proponer el manejo de los desechos sólidos generados, se deben cuantificar y caracterizar los mismos, información que será básica y necesaria para el trabajo de investigación.

La Escuela de Ingeniería Química, ubicada en el Campus Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala, zona 12 de la ciudad capital, se trasladó a la Facultad de Ingeniería el 27 de enero de 1967 y actualmente desarrolla sus actividades de administración curricular en 7 áreas, siendo estas: Área de Química, Área de Fisicoquímica, Área de Operaciones Unitarias, Área de Ingeniería Aplicada y Diseño, Área Ambiental, Área de Aseguramiento de Calidad y Vinculación, y Área de Investigación Desarrollo Tecnológico e Innovación.

Existen diversas formas de gestionar y manejar los desechos sólidos, por lo que, el objetivo general de la presente investigación pretende evaluar las condiciones actuales, de ser posible, proponer el manejo de desechos sólidos en los Laboratorios de la Escuela de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, USAC.

En el capítulo 1, se expone los antecedentes generales y la reseña histórica, tanto de la Facultad de Ingeniería, como de la Escuela de Ingeniería Química, también se presenta el plan estratégico de la Escuela de Ingeniería Química, que incluye la visión, la misión y los objetivos de la Escuela, entre otros. Así mismo, se dan a conocer estudios similares, que se han realizado sobre la gestión de los desechos sólidos en otras áreas del país, que abarcan partes de la capital y del interior.

En el capítulo 2, se presenta el marco teórico y legal que se utilizó para desarrollar el trabajo de investigación, en el cual se da una descripción entre la diferencia de un desecho y un residuo, por ejemplo; o bien la clasificación de los desechos sólidos. También se da a conocer la Política ambiental de la Universidad de San Carlos de Guatemala y el Reglamento para la Gestión Integral de los residuos y desechos sólidos comunes, aprobado por el gobierno de Guatemala.

El capítulo 3, contiene el diagnóstico de la situación actual de los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Química, en este capítulo, se identificarán los laboratorios que generan desechos sólidos, también se cuantificarán los desechos sólidos y se clasificarán; finalmente se describirá cuál es el actual proceso para la recolección y disposición de los desechos sólidos.

En el capítulo 4, se propone diseñar planes de manejo de desechos sólidos, mediante un manejo integral, utilizando en conjunto el programa de las 4R's, que se enfoca en reducir, reutilizar, reciclar y recuperar y un seguimiento y mejora continua que incluya un plan de capacitaciones para generar conciencia ambiental

Finalmente, de ser posible, se propondrán las directrices necesarias para el manejo adecuado de la generación de los desechos sólidos.



# **1. ANTECEDENTES GENERALES**

## **1.1. Reseña histórica**

La reseña histórica es una breve exposición crítica, que se realiza en las publicaciones periódicas, como diarios o revistas, sobre una obra científica o literaria, actividad cultural o deportiva, o cualquier evento determinado, para la Facultad de Ingeniería de la USAC.

### **1.1.1. Historia de la Facultad de Ingeniería**

De acuerdo con los antecedentes de la Facultad de Ingeniería, USAC (2022):

En 1879 se estableció la Escuela de Ingeniería en la Universidad de San Carlos de Guatemala y por Decreto del Gobierno en 1882, se elevó a la categoría de Facultad dentro de la misma Universidad, separándose así de la Escuela Politécnica.

El Ing. Cayetano Batres del Castillo, fue el primer decano de la Facultad de Ingeniería, siendo sustituido dos años más tarde por el Ing. José E. Irungaray, periodo en el cual se redujo el programa de estudios, que originalmente era de ocho años y que luego pasó a ser de seis años.

En 1894, por razones de economía, la Facultad de Ingeniería fue adscrita nuevamente a la Escuela Politécnica, iniciándose un período de inestabilidad para esta Facultad, que pasó alternativamente de la

Politécnica a la Universidad y viceversa, varias veces, ocupando diversos locales, incluyendo el edificio de la Escuela de Derecho y Notariado.

A partir de 1908, la Facultad tuvo una existencia ficticia. Hasta 1918, la Universidad fue reabierto por el presidente José Manuel Estrada Cabrera y a la Facultad de Ingeniería se le denominó Facultad de Matemáticas.

En 1920, la Facultad reinicia sus labores en el edificio que ocupó durante muchos años, frente al parque Morazán, ofreciendo únicamente la carrera de Ingeniero Topógrafo hasta 1930.

En 1930, se reestructuraron los estudios, estableciéndose la carrera de Ingeniería Civil. A partir de este hecho histórico, arranca la época moderna de esta Facultad.

Al final de la década de los 60, se realizaron estudios para la reestructuración y modernización del Plan de Estudios de la Facultad. El nuevo plan fue conocido y aprobado por la Junta Directiva de la Facultad y por el Honorable Consejo Superior Universitario en octubre y noviembre de 1970.

Fue así como en 1971, se inició la ejecución del Plan de Reestructuración de la Facultad de Ingeniería (Planderest), que impulsaba la formación integral de los estudiantes de Ingeniería, para una participación cada vez más efectiva, de la ingeniería en el desarrollo del país.

El Plan incluía, la aplicación de un p ensum flexible, que permite la adaptación al avance tecnológico, a las necesidades de desarrollo productivo del país, así como a la vocación de los estudiantes.

En 1974, se creó la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado, para todas las carreras de la Facultad de Ingeniería. En 1975, fueron creados los estudios de Postgrado en Ingeniería de Recursos Hidráulicos, en tres opciones: Calidad del Agua, Hidrología e Hidráulica.

En 1976, se creó la Escuela de Ciencias, para atender la etapa básica común para las diferentes carreras de Ingeniería. En 1980, se establecieron, dentro de la Escuela de Ciencias, las carreras de licenciatura en Matemática Aplicada y en Física Aplicada.

Por aparte, con el fin de mejorar su administración docente, en 1986, la carrera de Ingeniería Mecánica se separ  de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial. Por primera vez, a los estudiantes les fue posible asignarse sus cursos a distancia a través de internet en el 2002. A partir del primer semestre 2007, se creó la carrera de Ingeniería Ambiental.

El proceso de acreditación de la carrera de Ingeniería Química, fue realizado, en su mayor parte, durante el período del 2001 al 2005, concluyéndose en el 2007, cuando se otorgó la acreditación de la misma; en ese período también se inició el proceso en busca de la acreditación de la carrera de Ingeniería Civil. (párr. 33)

Actualmente, la Facultad de Ingeniería está organizada en:

- Escuelas facultativas

- Centros
- Departamentos
- Unidades académico-administrativas

También integran la Facultad de Ingeniería:

- Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII)
- Centro de Cálculo e Investigación Educativa
- Biblioteca: Ing. Mauricio Castillo C.
- Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado (EPS)
- Unidad de Servicio de Apoyo al Estudiante y de Apoyo al Profesor (SAE/SAP)

Asimismo, las unidades administrativas de apoyo a la función docente y de investigación, que dependen de la Secretaría Académica y las unidades de administración general.

En esta unidad académica, se desempeñan seis escuelas facultativas de pregrado, que disponen de doce carreras y una escuela de postgrado, con carácter regional centroamericano, que permiten tener una proyección amplia hacia diversas actividades económicas y sociales del país.

Actualmente, la Facultad de Ingeniería, se dedica a la formación de profesionales de prestigio, capaces de resolver problemas y con conocimientos contribuyen al progreso científico y tecnológico de Guatemala. (párr. 1 – 36)

### **1.1.2. Historia de la Escuela de Ingeniería Química**

De acuerdo con las palabras de (Rodríguez, 2013):

La carrera de Ingeniería Química funcionó en los primeros años (1939-1966) en la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, siendo decano, en ese entonces, el Licenciado Carlos Enrique Soto de León. Se unieron a la iniciativa de la implementación de la carrera de Ingeniería Química, los ingenieros Narciso T. Quevedo (Ing. Mecánico), Alfredo Zebadúa (Ing. Químico), Luis Ángel Rodas (Ing. Civil) y Oscar Asturias Beltranena (Ing. Químico). En ese entonces para la administración curricular de la carrera se creó el Departamento de Ingeniería Química en la estructura administrativa de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.

El Consejo Superior Universitario en resolución de fecha 12 de marzo de 1954, acordó destinar uno de los edificios de la Universidad que ocupa actualmente el Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP), situado en el predio del Jardín Botánico (zona 5 de la ciudad de Guatemala) para las instalaciones del Departamento de Ingeniería Química.

Cuando se trasladó la Carrera de Ingeniería Química de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia a la Facultad de Ingeniería, se creó la Escuela de Ingeniería Química. El 27 de enero de 1967, siendo decano el Ingeniero Armando Vides Tobar, se llevó a cabo el acto de inauguración de labores e integración de la Escuela de Ingeniería Química a la Facultad de Ingeniería, en donde ha permanecido a la fecha. Que, para una mejor distribución de sus labores, se dividió en cuatro departamentos:

Departamento de Química, Departamento de Físico Química, Departamento de Ingeniería Química y Departamento de Bio Ingeniería.

Actualmente la Escuela de Ingeniería Química desarrolla sus actividades de administración curricular en 7 áreas, siendo estas: Área de Química, Área de Fisicoquímica, Área de Operaciones Unitarias, Área de Ingeniería Aplicada y Diseño, Área Ambiental, Área de Aseguramiento de Calidad y Vinculación, y Área de Investigación Desarrollo Tecnológico e Innovación (esta última creada en noviembre de 2012).

En el 2007, la Escuela de Ingeniería Química, tomo bajo su cargo la coordinación de la Carrera de Ingeniería Ambiental. (p.5-6)

## **1.2. Plan estratégico de la Escuela de Ingeniería Química**

Un plan estratégico es un instrumento de gestión que ayuda a determinar las metas, o lo que se quiere hacer y el camino que se debe seguir para lograr las metas propuestas, tomando en consideración los posibles cambios y demandas tanto internas como externas de la institución.

### **1.2.1. Misión**

“Somos la escuela responsable de formar profesionales de alto impacto, con espíritu emprendedor, líderes, capaces de orientar procesos hacia la investigación, desarrollo y en beneficio de la sociedad guatemalteca” (Rodriguez, 2013, p. 6).

### **1.2.2. Visión**

Ser reconocida nacional e internacionalmente, como la mejor Escuela de Ingeniería Química en Guatemala, líder en la enseñanza, en la investigación científica, tecnológica e innovación y en la prestación de servicios a la sociedad con planes y programas acreditados, pertinentes y actualizados, que generarán en sus egresados creatividad en la solución de problemas nacionales, por lo que serán ampliamente requeridos por su conocimiento, capacidad emprendedora e innovadora, así como por su compromiso social. (Rodriguez, 2013, p. 7)

### **1.2.3. Objetivos**

De acuerdo con Rodriguez (2013):

- Egresar Ingenieros de excelente nivel, capaces de desempeñarse eficientemente no sólo en la industria nacional sino a nivel mundial por su calidad académica, responsabilidad profesional y espíritu emprendedor.
- Formar, adecuadamente, los recursos humanos dentro del área técnico-científica que necesita el desarrollo de Guatemala, dentro del ambiente físico natural, social económico, antropológico y cultural del medio que lo rodea, para que pueda servir al país eficiente y eficazmente como profesional de la ingeniería.
- Proporcionar al estudiante de ingeniería en los diferentes niveles académicos, las facilidades y oportunidades necesarias para que obtenga tanto la formación básica que le sirva de fundamento para cualquier especialización técnico-científica, como conocimiento

sobre tecnologías aplicadas al medio y, también, una mentalidad abierta a cualquier cambio y adaptación futura.

- Proporcionar al estudiante la suficiente formación científica general, en el conocimiento y aplicaciones de las ciencias físico-matemáticas y en tecnología moderna; en el sentido más amplio de la ingeniería, como la ciencia y arte de utilizar las propiedades de la materia y las fuentes de energía, para el dominio de la naturaleza, en beneficio del hombre.
- Estructurar una programación adecuada que cubra el conocimiento teórico y la aplicación de las disciplinas básicas de la ingeniería.
- Proporcionar al estudiante experiencia práctica de las situaciones problemáticas que encontrará en el ejercicio de su profesión.
- Capacitar a los profesionales para su auto-educación, una vez egrese de las aulas.
- Fomentar la investigación y el desarrollo de la tecnología y las ciencias.
- Intensificar las relaciones con los sectores externos del país vinculados con las diversas ramas de la ingeniería, no sólo con el fin de conocer mejor sus necesidades, sino para desarrollar una colaboración de mutuo beneficio. (p. 7 - 8)

#### **1.2.4. Funciones generales**

De acuerdo con Rodríguez (2013):

- Contar con personal docente de excelente formación académica y ética profesional, capaces de orientar al estudiante hacia la búsqueda, comprensión, interpretación y aplicación del conocimiento científico, tecnológico y humanístico.

- Planificar actividades de docencia, investigación y extensión.
- Cumplir y hacer cumplir las disposiciones de la Junta directiva de la Facultad de Ingeniería.
- Realizar y someter a aprobación, el plan operativo anual.
- Apoyar la actualización curricular de las carreras bajo su cargo.
- Identificar oportunidades de vinculación universidad-empresa y apoyar en el desarrollo de proyectos de esta índole.
- Impulsar el desarrollo de actividades científicas y tecnológicas.
- Contar con un sistema adecuado de apoyo estudiantil para la realización de los trabajos de graduación y estudios en el extranjero.
- Realizar los procesos de acreditación y/o re acreditación de las carreras a su cargo. (p. 8)

#### **1.2.5. Política de calidad**

De acuerdo con Rodriguez (2013):

La Dirección de la Escuela de Ingeniería Química consciente de las tendencias que paulatinamente se van introduciendo en la Universidad de la sociedad del conocimiento, ha considerado como política de la calidad universitaria, el compromiso a desarrollar sus actividades bajo el esquema del mejoramiento continuo integrado en todos los aspectos de docencia, gestión, investigación y extensión que se realizan para desempeñar las funciones de generación, transmisión y transferencia de conocimiento de Ingeniería Química y garantizar así los requerimientos de la sociedad por la vía de sus estudiantes, graduados, docentes, investigadores y empleadores en la búsqueda permanente de la más alta calidad, considerando ésta como la búsqueda de la excelencia en a) los procesos de formación de profesionales, académicos y científicos; b) en las

condiciones institucionales que sostienen a la universidad pública en el marco de su autonomía, responsabilidad social, pluralismo ideológico y respeto por los valores democráticos; y c) en las dinámicas de integración y articulación del sistema educativo entre niveles e instituciones. Todo lo anterior basado en los compromisos y recomendaciones surgidas en el marco del proceso de acreditación de la Escuela.

Los componentes básicos planteados en el marco del plan de mejora son los siguientes:

- Apoyo al mejoramiento del proceso de formación de los futuros ingenieros.
- Desarrollo y mejoramiento de los recursos humanos académicos.
- Actividades de investigación, desarrollo y vinculación con la sociedad.
- Equipamiento y bibliografía (p. 9)

#### **1.2.6. Estructura organizativa**

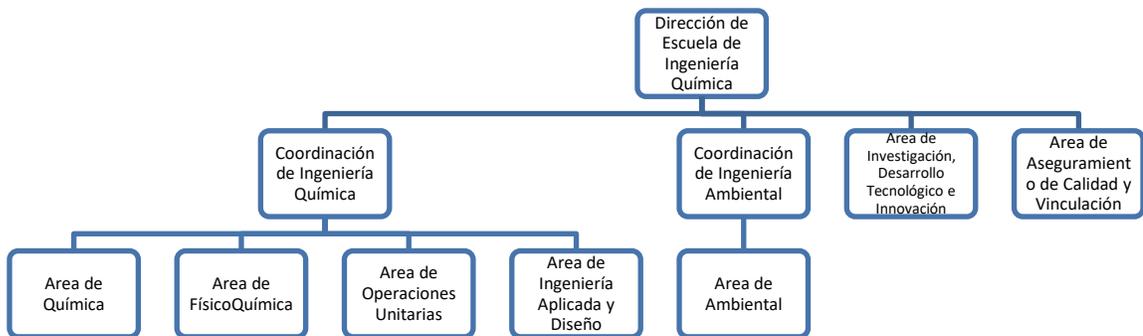
“La Escuela de Ingeniería Química cuenta con una organización lineal-funcional. Y se integra por:

- Área de Aseguramiento de Calidad y Vinculación
- Área de Investigación Desarrollo Tecnológico e Innovación
- Coordinación de Ingeniería Química
- Coordinación de Ingeniería Ambiental” (Rodríguez, 2013, p. 9).

### 1.2.7. Organigrama general de la Escuela de Ingeniería Química

A continuación, se presenta el organigrama general de la Escuela de Ingeniería Química.

Figura 1. Organigrama general de la Escuela de Ingeniería Química



Fuente: Manual de Organización de la Escuela de Ingeniería Química, USAC, 2013.

### 1.3. Estudios similares realizados

(Villega, 2019) propone optimizar los recursos ambiental-energéticos en el laboratorio de Físico química de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, utilizando un círculo de producción ecológica (CPE), en la que una porción de los desechos que se generan en una de las prácticas del laboratorio se puede utilizar en otras prácticas. El círculo en donde se aplicará la producción ecológica es un grupo de cuatro prácticas, que pueden tener su inicio en cualquier punto y luego continuar con la secuencia, sin embargo, como primer paso, siempre se debe de iniciar con la curva de calibración. Como resultado final, se logró desarrollar un ciclo en donde, aproximadamente un rango

del 90 al 95 % de la materia prima original se logra recuperar, ya que las pérdidas que existen son por motivos de evaporación, trasvasado o que se convierte en sales no utilizables, según indica el autor.

Imeri (2019) se enfocó en cuatro objetivos principales, los cuales tuvieron como finalidad determinar la producción per cápita, calcular la densidad de los desechos y residuos sólidos, establecer como es que están compuestos físicamente, y por último, proponer alternativas viables para un manejo adecuado de los mismos.

Para lograr cumplir los objetivos que se propusieron se hizo un cálculo y se eligió una muestra de un total de doscientas treinta y seis (236) residencias, luego se procedió a hacer el pesaje de los desechos y residuos sólidos que fueron generados durante dos semanas seguidas.

Castañeda (2019) propone solucionar el manejo de desechos sólidos en el departamento de Izabal, diagnosticando el estado actual y las causas que generan impactos negativos al entorno físico, ambiental y social del municipio, establecer procedimientos para lograr una operación eficaz y eficiente en el servicio de recolectar los desechos sólidos, mismo que estará a cargo de realizar por parte de la municipalidad de dicho departamento.

Gómez (2019) busca caracterizar los desechos sólidos generados a nivel domiciliar, mercado y vías públicas; identificar los impactos ambientales generados por el inadecuado manejo, y diseñar un plan de manejo que contribuya a mejorar la gestión dentro del área de estudio. La metodología que se utilizó incluyó el pesaje de los residuos que se generaron en un plazo de dos semanas seguidas, tomando una muestra de 246 viviendas, el total de desechos que se generan en el mercado y las vías públicas con el propósito de calcular los

indicadores ambientales, tales como producción per cápita, composición física y densidad. De la misma manera, se utilizó la matriz de Leopold, la cual es un método para poder identificar y valorar los impactos ambientales que genera el actual proceso. Para lograr esto se utilizaron los datos que fueron obtenidos de los indicadores ambientales, observaciones y entrevistas.

González (2018) fomentó la técnica de las 4R's, la cual se trata de reusar, reducir, reparar y reciclar. Luego determinó la generación diaria de desechos sólidos producidos por los estudiantes en una escuela en el municipio de Villa Nueva y caracterizó los desechos.

Molina (2018) presentó un plan de gestión para los desechos y residuos sólidos, que se generan en los eventos deportivos del estadio Cementos Progreso, para que, de esta forma, se pueda optimizar el proceso para aprovechar los residuos generados, de la misma manera, también determinó una relación de costo-beneficio para un mejor aprovechamiento de estos.

Molina (2018) evaluó el manejo actual de desechos sólidos residenciales en la aldea El Rodeo, Escuintla. En la investigación, se utilizó una muestra de 82 familias, determinada por el método de muestreo aleatorio simple. Para el cálculo de los indicadores ambientales, se utilizó el método de recolección selectiva; aplicando las ecuaciones del Manual de Indicadores Ambientales Municipales, del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

Ramos (2018) propone establecer la gestión adecuada de los desechos sólidos en la cabecera municipal de Tejutla, San Marcos, para reducir la contaminación del ambiente, y diseñar un modelo de gestión que permita garantizar un manejo adecuado de los desechos sólidos, logrando así, que la

cabecera del departamento pueda controlar la problemática existente con relación a los desechos sólidos.

Baldetti (2017) busca establecer la cantidad y los tipos de desechos sólidos de las viviendas ubicadas dentro de la colonia La Florida, para luego, poder generar una caracterización adecuada de éstos, que ayude a la toma de decisiones futuras, las cuales estarán a cargo por parte de las autoridades en función.

Mérida (2018) evaluó el manejo de residuos sólidos, generados en el municipio de Chimaltenango. Durante el desarrollo de estas, se utilizaron metodologías como: entrevistas, recorridos por la zona; teniendo como tamaño muestral 242 hogares y 74 comercios. Para el cálculo de los indicadores, se pesaron los residuos sólidos generados durante una semana y se clasificaron en orgánicos, inorgánicos, inorgánicos recuperables e inorgánicos no recuperables. Finalmente, se propuso un plan de educación ambiental como medida de solución al problema estudiado.

Cosogua (2018) busca caracterizar la composición física y la cantidad de desechos generados en Santa Catarina Ixtahuacán. Para la caracterización de los residuos sólidos, se utilizó el método de despiece, propuesto por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala. Se tomó una muestra de 141 viviendas, 55 comercios y un mercado. Se elaboró el plan de manejo de residuos y desechos sólidos.

González (2012) propuso un sistema de gestión ambiental (SGA), de acuerdo con la Norma ISO 14001:2004, como herramienta de educación ambiental, en el laboratorio de Físico química de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala. La Norma ISO 14001,

versión 2004, se basa en la metodología PHVA, la cual consiste en Planear, Hacer, Verificar y Actuar. De acuerdo con la norma, la metodología da inicio con el desarrollo de una política ambiental y finaliza con la revisión por parte de la dirección, de las actividades realizadas dentro del sistema de gestión ambiental.



## **2. MARCO TEÓRICO Y LEGAL**

### **2.1. Los desechos sólidos**

Los desechos sólidos son desperdicios que se obtienen del resultado de los diferentes procesos industriales, comerciales o de algún otro tipo de actividad que realizan las personas y que se consideran como basura.

Empleando las palabras de González (2018) los desechos sólidos son residuos producidos por el ser humano en su diario vivir, los cuales se caracterizan por presentar un estado sólido, característica que los hace diferentes a desechos de otros tipos como los líquidos y gaseosos.

Es importante mencionar, que esta clase de desechos, son los que se generan con mayor volumen por parte de los seres humanos, debido a que, la gran mayoría de las tareas que las personas hacen conlleva una producción de desechos sólidos.

De acuerdo con la ONUDI (2007) el desecho sólido es todo lo que se genera como producto de una actividad, por la acción directa del hombre o por la actividad de otros organismos vivos, que en muchos casos es difícil de reincorporar a los ciclos naturales.

Un desecho es “cualquier tipo de material que esté generado por la actividad humana y que está destinado a ser desechado” (Echarri, 1998, p. 386).

Los desechos sólidos se definen “como aquellos desperdicios que no son transportados por agua y que han sido rechazados porque no se van a utilizar. Estos desechos incluyen diversos materiales combustibles, plástico, papel, textiles, madera, etc. y no combustibles, metal, vidrio y otros” (Henry y Heinke, 1999, p. 568).

Debido a que actualmente existe una gran variedad de tipos de desechos sólidos, estos se deben clasificar y agrupar de acuerdo con las características que posean o algún otro tipo de factor que puedan tener en común.

### **2.1.1. Diferencia entre desechos y residuos**

El término desecho es comúnmente utilizado como sinónimo de la palabra residuo, sin embargo, estos no poseen el mismo significado. Los residuos, son aquellos restos que no poseen ningún valor económico para su dueño, pero si tienen un valor comercial, ya que se les puede otorgar un nuevo ciclo de vida, mediante la recuperación o reciclaje. (Venemedia, 2016)

Profundizando en el tema, y considerando el tipo de desecho que se está estudiando, se presenta la diferencia entre un desecho y un residuo sólido.

Se considera desechos sólidos a los objetos o materiales que quedan en el abandono, y que no se pueden volver utilizar. Pueden ser del tipo doméstico o bien, algún producto que provenga de procesos industriales.

Empleando las palabras de Guevara (2006) “un residuo sólido, es toda sustancia u objeto que, una vez generado por la actividad humana, no se considera útil o se tiene la intención u obligación de deshacerse de él”. (p. 15)

Se pueden mencionar, por ejemplo, entre estos, envases de diferentes tamaños, restos de comida, electrodomésticos dañados, ropa vieja o deteriorada, o algún otro tipo de objetos rotos, no obstante, estos se pueden volver a utilizar por medio de técnicas o procedimientos de reciclado.

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

Las propiedades físicas más importantes de los desechos sólidos son el peso específico, contenido de humedad, tamaño de la partícula y la distribución del tamaño. Dentro de las propiedades físicas a considerar, en la gestión integral de desechos sólidos, encontramos el porcentaje de humedad y el peso específico. (Ríos, 2009, p. 22)

### **2.2.1. Físicas**

De acuerdo con Ramos (2018):

Las propiedades físicas más importantes de los desechos sólidos son el peso específico, contenido de humedad, tamaño de la partícula y la distribución del tamaño. Dentro de las propiedades físicas a considerar, en la gestión integral de desechos sólidos, encontramos el porcentaje de humedad y el peso específico.

La densidad o el peso específico de los desechos sólidos sirven principalmente para determinar el volumen ocupado por una masa de desechos. Esta propiedad es importante para determinar las necesidades de espacio en el transporte y almacenaje de los desechos. Comúnmente, se utiliza como unidad para el peso específico, los kilogramos por metro cúbico ( $\text{kg/m}^3$ ).

La humedad de los desechos sólidos es la cantidad de agua contenida en el desecho, la cual se obtiene, a partir de una muestra de 1 a 2 kg de los desechos calentados a 80 °C, durante 24 horas. (p. 18)

### **2.2.2. Químicas**

Las propiedades químicas de los desechos sólidos son importantes para conocer su capacidad de ser procesados y/o recuperados, ya sea para estudiar la viabilidad de la incineración, las posibilidades de compostaje o el depósito en algún vertedero autorizado, con el fin de obtener biogás. (Avendaño, 2003)

Según las palabras de Avendaño (2003) si los desechos sólidos van a utilizarse como combustible, las propiedades más relevantes que se deben analizar son:

- Análisis físico que incluye ensayos de humedad, materia volátil combustible, carbono fijo y ceniza.
- Punto de fusión de las cenizas, que es el análisis de la temperatura a la cual la ceniza se transforma en sólido (escoria) por la fusión.
- Análisis elemental de los componentes de los desechos sólidos, este implica, la determinación del porcentaje de carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, azufre y ceniza que contiene cada desecho.
- Contenido energético de los componentes de los desechos sólidos, que es la cantidad de calor, generada por la combustión de 1 kg de basura mixta. El método más utilizado, es la bomba calorimétrica, y

por ello, casi todos los datos disponibles están basados en ensayos de este tipo. (p. 25)

### **2.2.3. Biológicas**

Las propiedades biológicas son importantes para la tecnología de la digestión aerobia/anaerobia en la transformación de residuos en energía y en productos finales beneficiosos. El proceso anaerobio implica la descomposición biológica de residuos alimenticios con productos finales de metano, dióxido de carbono y otros. (Ríos, 2009)

Quizás, la característica biológica más importante de la fracción orgánica de los desechos sólidos urbanos es que casi todos los componentes orgánicos pueden ser convertidos biológicamente en gases y sólidos orgánicos e inorgánicos, relativamente inertes. La producción de olores y la generación de moscas están relacionadas también con la naturaleza putrefactible de los materiales orgánicos encontrados en los residuos sólidos urbanos (por ejemplo, residuos de comida). (Tchobanoglous, 1994, citado en Ramos, 2018, p.19)

Existen ciertos elementos orgánicos en los residuos sólidos que son indeseables en el proceso de la conversión biológica, como, por ejemplo: materiales de plástico, gomas, pieles o madera. Por su parte, los fragmentos más relevantes en la transformación biológica son las proteínas, la lignina, grasas, celulosa, lignocelulosa, hemicelulosa y los componentes solubles.

De acuerdo con Tchobanoglous (1996):

La biodegradabilidad de varios componentes encontrados en los desechos sólidos urbanos se muestra en la tabla 1, como puede observarse, los residuos con altos contenidos de lignina, como el papel de periódico, son significativamente menos biodegradables que los residuos de comida. Alternativamente, se puede usar el contenido de lignina de un residuo para estimar la fracción biodegradable, mediante la reacción siguiente. (p. 102):

Ecuación 1. Contenido de lignina de un residuo para estimar la fracción biodegradable.

$$BF = 0.83 - 0.028LC$$

Donde:

BF = Fracción biodegradable expresada en base al contenido de lignina

LC = Porcentaje del Contenido de lignina de los sólidos volátiles

Tabla I. **Datos sobre la fracción biodegradable basados en el contenido de lignina**

<b>Componente</b>	<b>Porcentaje de sólidos volátiles totales</b>	<b>Porcentaje del contenido de lignina de sólidos volátiles</b>	<b>Fracción biodegradable</b>
Residuos de comida	7 – 15	0.4	0.82
Papel periódico	94.0	21.9	0.22
Papel de oficina	96.4	0.4	0.82
Cartón	94.0	12.9	0.47
Residuos de jardín	50 - 90	4.1	.72

Fuente: Tchobanoglous. (1996). *Gestión integral de residuos sólidos*.

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

La clasificación de los desechos sólidos en diferentes grupos es un paso importante y necesario para luego poder darles un manejo adecuado. Además, clasificar los desechos sólidos, desde el momento en que son generados, reduce de manera considerable la cantidad de material que puede llegar a ser desechado en botaderos o en algún otro tipo de relleno sanitario.

De acuerdo con las palabras de Roldan (2009) existen diferentes clasificaciones para los desechos sólidos, las cuales están diferenciadas de acuerdo con su origen, con las características que existen al momento de su disposición final, así como en los diferentes usos de los materiales; también se considera su biodegradación, combustión, reciclaje, entre otros.

La Organización Panamericana de la Salud - OPS (2005) clasifica los desechos de acuerdo con su fermentabilidad en dos tipos, siendo estos, desechos orgánicos y desechos inorgánicos; de acuerdo con su inflamabilidad en combustibles y no combustibles; de acuerdo con su procedencia en desechos domésticos, desechos de jardinería, desechos de barrido, y de acuerdo con su volumen en convencionales y especiales.

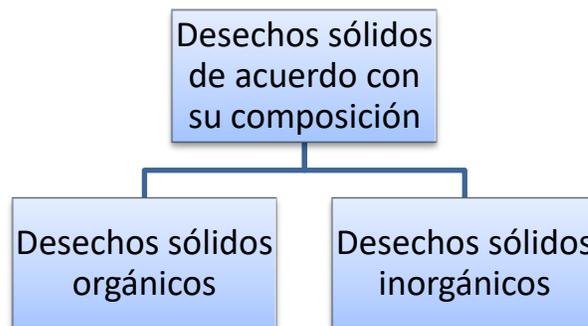
Adicionalmente, existen los desechos peligrosos, que son desechos sólidos o combinación de ellos, que pueden ocasionar o contribuir a un aumento en la mortalidad o a un incremento en una enfermedad grave, que pueda producir incapacidad o plantear un peligro presente o futuro. Los desechos peligrosos pueden ser clasificados en tres categorías: radiactivos, inflamables o tóxicos. (Henry y Heinke, 1999, citado en Cosoguá, 2018, p. 13)

En resumen, existen diversas formas o grupos para clasificar los desechos sólidos, sin embargo, para fines de la investigación, las clasificaciones principales de desechos sólidos serán: de acuerdo con su composición y de acuerdo con el tipo de manejo.

### **2.3.1. De acuerdo con su composición**

De acuerdo con su composición, los desechos sólidos se clasificarán en, desechos orgánicos y desechos inorgánicos.

Figura 2. **Desechos sólidos de acuerdo con su composición**



Fuente: elaboración propia.

#### **2.3.1.1. Desechos orgánicos**

El primer apartado para clasificar los desechos sólidos será agruparlos en desechos orgánicos, los cuales provienen de los productos de origen vegetal y animal, principalmente de alimentos, agricultura y jardinería.

Empleando las palabras de Ruíz (2005), los desechos orgánicos son aquellos desechos que pueden ser descompuestos por la acción natural de organismos vivos, como lombrices, hongos y bacterias, principalmente.

Sin embargo, uno de los principales inconvenientes con esta clase de desechos, se observa cuando su cantidad sobrepasa la capacidad de descomposición de forma natural en un lugar determinado, cómo, por ejemplo, en los basureros no controlados.

Los desechos orgánicos se producen a partir de los restos de los seres vivos en general; principalmente de las plantas y animales, por ejemplo, se pueden mencionar: Cáscaras de huevo, cáscaras de frutas y verduras, restos de comida, papel, huesos, y telas naturales como la seda, el lino y el algodón, entre otros.

Un manejo adecuado de los desechos orgánicos permite la elaboración de abono orgánico, que también se conoce como compost, este es de gran utilidad para la agricultura, jardinería y la recuperación de suelos.

#### **2.3.1.2. Desechos inorgánicos**

Estos se generan a partir de artículos que producimos, quiere decir, que estos no provienen de ningún ser vivo o algún otro tipo de organismo, se les conoce también como no biodegradables, debido a que en ocasiones pasan muchos años para que se logre llevar a cabo este proceso.

De acuerdo con las palabras de Ruíz (2005) son desechos que no pueden ser degradados de una forma natural, o bien, si esto es posible sufren una descomposición demasiado lenta. Estos residuos provienen de minerales y

productos sintéticos. Ejemplos: metales, plásticos, vidrios, cristales, cartones plastificados, pilas, entre otros.

Lo que corresponde con relación al manejo de los desechos sólidos inorgánicos, es clasificarlos y separarlos para que se realice sobre ellos un proceso de reutilización o de reciclaje, dependiendo de sus características.

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

<b>Material</b>	<b>Tiempo de degradación</b>
Papel	2 a 5 meses
Cartón	1 a 5 meses
Madera	3 a 4 años
Aluminio	80 a 100 años
Metal	350 a 500 años
Plástico	100 a 1000 años
Vidrio	3,000 a 4,000 años

Fuente: Amigarse. (2016). *Residuos orgánicos e inorgánicos*. Consultado el 19 de marzo de 2022. Recuperado de: <http://www.amigarse.org/residuos-organicos-e-inorganicos-cuanto-tardan-endegradarse/>.

### **2.3.2. De acuerdo con el tipo de manejo**

De acuerdo con el tipo de manejo, los desechos sólidos se clasificarán en, desechos peligrosos, especiales y de laboratorio.

Figura 3. **Desechos sólidos de acuerdo con el tipo de manejo**



Fuente: elaboración propia.

#### **2.3.2.1. Desechos peligrosos**

De acuerdo con Fraume (2006) son desechos de productos que se generan por las diferentes tareas de los seres humanos, que ponen en peligro la salud humana o el medio ambiente cuando son manejados de manera inadecuada, ya sea por sí mismos, o cuando entran en contacto con otros desechos. Poseen al menos una de las siguientes características: son inflamables, tóxicos, corrosivos o reactivos.

Es importante resaltar, que los desechos peligrosos no se deben mezclar con otros tipos de desechos, ya que estos deben ser manejados de manera especial, específicamente en la etapa de disponerlos correctamente.

#### **2.3.2.2. Desechos especiales**

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales -MARN (2018) en su Guía para la identificación Gráfica de los Residuos Sólidos Comunes, indica que:

Los residuos especiales son aquellos que, sin ser peligrosos, por su naturaleza, pueden impactar el ambiente o la salud, debido al volumen de generación o la difícil degradación, lo que requiere implementar un sistema de recuperación con el fin de reducir la cantidad de desechos generados, evitando una inadecuada disposición y, en algunos casos, la reducción del tiempo de vida de los rellenos sanitarios. Entre los ejemplos, a nivel común, se puede mencionar el ripio (escombros), colchones, muebles y llantas, los cuales en su mayoría pueden ser sometidos a un proceso de reciclaje al ser adecuadamente dispuestos. (p. 11)

### **2.3.2.3. Desechos de laboratorio**

En esta categoría, se pueden agrupar las sustancias, elementos, soluciones contaminadas, mezclas y/o algún tipo de agente químico que haya sido producido en las actividades desarrolladas en los laboratorios.

Dentro de esta clasificación, se pueden mencionar las soluciones acidas, los ácidos en una forma sólida, las soluciones básicas y algunas sustancias conocidas como residuos acuosos sin metales pesados, como, por ejemplo, el ácido sulfúrico, el ácido clorhídrico, el ácido nítrico, entre otros. También se pueden mencionar los compuestos de cromo hexavalente, que son sustancias generalmente conocidas como soluciones acuosas con metales pesados, como, por ejemplo, el cadmio, el arsénico, el plomo, el cromo, el aluminio y el níquel.

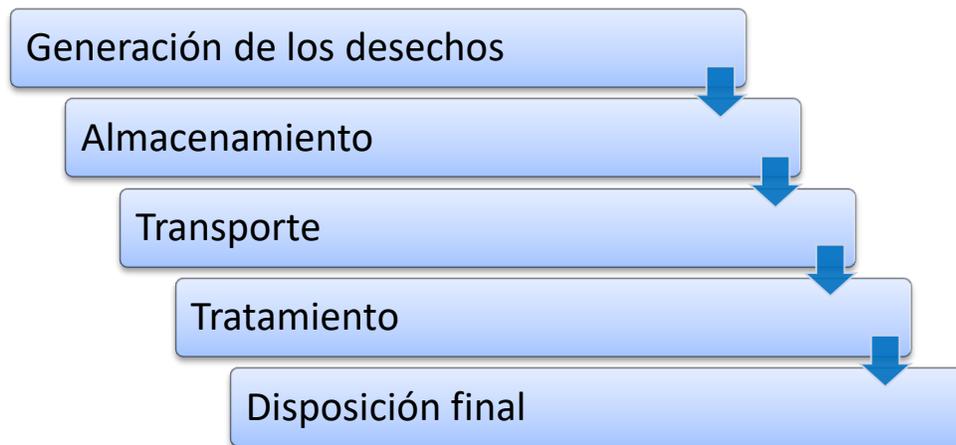
Otro subgrupo que cabe dentro de esta clasificación, son los desechos que se derivan de la producción, la preparación y la utilización de disolventes orgánicos, conocidos también como desechos orgánicos que no contienen halógeno y/o nitrógeno. Entre estos se pueden mencionar la acetona, el formol, el éter, el etanol y el benceno.

## 2.4. Manejo de los desechos sólidos

El manejo adecuado de desechos sólidos tiene como objetivo desarrollar una conciencia de reducción, de consumo responsable y de procesos de reciclaje correctos, considerando que la alta tasa de generación de desechos sólidos, que generalmente se conocen como basura y su manejo inadecuado son uno de los principales problemas para la salud y para el ambiente.

El manejo de los desechos tiene variedad de modelos para su aprovechamiento, cada uno, con un fin ecológico o monetario y en algunos casos, unificadas. A continuación, se muestra un modelo estándar para el manejo adecuado de los desechos sólidos.

Figura 4. **Modelo estándar para el manejo de desechos sólidos**



Fuente: elaboración propia, con base a Tchovanoglous *et al*, (1994).

### **2.4.1. Generación**

De acuerdo con las palabras de González (2018), la generación de residuos ocurre cuando cualquier persona u organización realiza alguna acción que cause la transformación de un material en un residuo. Una organización usualmente se vuelve generadora cuando su proceso productivo genera residuos, los derrama o no utiliza más un material.

La agricultura se descubrió en momentos distintos en diferentes ubicaciones del planeta, se estima que, en el período del Neolítico, hace aproximadamente 5,000 años, se construyeron los primeros poblados, lo que generaba la producción de otras actividades y no solo la búsqueda de comida.

Los residuos que se generaban se depositaban en el entorno, ya que, por la escasa cantidad, no representaba problemas, debido a que rápidamente se integraban al ciclo de la naturaleza. La productividad agrícola era muy baja, la población se limitaba a 10 millones de habitantes con esperanza de vida de 20 años. (Colomer, 2007, citado en Castañeda, 2019, p.11)

Fue a partir de la revolución industrial del siglo XIX que fue notable en sobremanera la aparición de los residuos. En ese momento, la gestión era ineficiente, sobre todo en el saneamiento del agua y la acumulación de basura. En esa época es cuando surgen las enfermedades conocidas como el cólera o el tífus” (Hontoria y Zamorano, 2000, citado en Castañeda, 2019, p.11).

La generación de desechos sólidos es un resultado directo de cualquier tipo de actividad realizada por los seres humanos, originalmente, se fomentaba el hábito de reciclar para reutilizar los desechos sólidos, sin embargo, debido a que en la actualidad, se genera una mayor cantidad y variedad de desechos que provienen de diversas tareas, entre las que se pueden mencionar, domiciliarias, de oficina, de mercados, de industrias, de hospitales, entre otros, que es preciso recoger, tratar y eliminar adecuadamente los desechos.

Todo material que no representa ninguna utilidad o algún valor económico al consumista se convierte en residuo. La problemática se da, cuando no se realiza una disposición correcta de estos, depositándolos en áreas verdes o lugares no aptos para la acumulación de residuos sólidos, creando peligros al ser humano y al medio ambiente.

#### **2.4.2. Almacenamiento**

El almacenamiento de desechos se enfoca en la contención momentánea de los estos, depositándolos en un espacio acondicionado y adecuada, mientras llega el momento de ser reciclados, tratados o bien trasladados para su disposición final. Una vez que se han generado los desechos sólidos, se depositan en recipientes para su almacenamiento temporal, para posteriormente entregarlos a las empresas de recolección y transporte de residuos. Existen una gama de colores para la separación correcta de los desechos como se aprecia en la siguiente tabla.

Tabla III. **Código de colores para clasificar desechos en Guatemala**

<b>Color del contenedor</b>	<b>Tipo de desecho</b>
Verde	<b>Orgánicos:</b> comida y frutas
Amarillo	<b>Papel y cartón:</b> papel, hojas y cartón.
Azul	<b>Reciclables:</b> plástico, metal y vidrio.
Negro	<b>Otros:</b> duroport, bolsas de frituras.

Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales – MARN. (2018). *Clasificación de desechos en Guatemala*. Consultado el 16 de marzo de 2022. Recuperado de: <http://www.marn.gob.gt/>.

### **2.4.3. Transporte**

Es la acción de transportar el desecho, es decir, la etapa en donde se trasladan los desechos recolectados, generalmente por camiones, hasta su lugar de destino, ya sea a una planta de tratamiento intermedio o directamente al sitio de disposición final, o bien, hasta las llamadas estaciones de transferencia, en donde los desechos son transbordados a camiones de mayor capacidad y tonelaje para transportarlos a su lugar de destino a menor costo por tonelada. (Mérida, 2018)

### **2.4.4. Tratamiento**

En todas las áreas del país, diariamente se genera cantidades de desechos enormes, principalmente sustancias no peligrosas, sin embargo, es necesario realizar un tratamiento correcto de desechos sólidos para no perjudicar al ambiente.

Estos desechos se originan principalmente en las casas, industrias, comercios y oficinas, y son producto diario de las actividades de los seres

humanos. Entre los desechos generados por actividades normales de cualquier persona en su día a día, se pueden incluir ejemplos, como los materiales orgánicos, papel, cartón, plástico y vidrio, entre otros.

El tratamiento de desechos sólidos urbanos se enfoca en dos fases, primero, en la recolección general de estos desechos en recipientes de basura, y segundo, en la recolección selectiva de los desechos separados en los recipientes de reciclaje.

Una vez que los desechos han sido recolectados, se trasladan a las áreas de selección, en donde se le aplica un tratamiento específico a cada tipo de desecho. Con el tratamiento de desechos sólidos, el material orgánico llega a un estado en la que se puede reutilizar, como, por ejemplo, en abono por medio del compost, y en el caso de los desechos que no tienen beneficio, se le traslada a un relleno sanitario controlado.

El tratamiento de residuos sólidos tiene como objetivo recuperar elementos y materiales con algún tipo de valor, facilitar el uso de estos residuos como una fuente alterna de energía y preparar los residuos para su tratamiento final.

Los sistemas que más se utilizan en la etapa del tratamiento son: el relleno sanitario controlado, el reciclado y el compost.

Es importante conocer la diferencia que existe entre los conceptos de recuperación y reciclaje, ya que el primero se refiere a componentes que, por medio de un correcto tratamiento, pueden volver a usarse. En este grupo se pueden mencionar el plástico, bricks, botellas de vidrio, piezas de metal, entre otros.

El reciclado, por su parte, se enfoca principalmente en obtener una buena calidad de los materiales recuperados, para que posteriormente se puedan aprovechar. En este sentido se puede ver una diferencia entre el reciclado directo, en donde los materiales no sufren grandes alteraciones en sus estados físicos, biológicos o de composición química, y el reciclado indirecto, en el que los materiales se transforman y se usan de forma diferente a la original.

Este sistema de tratamiento está implementado debido a una nueva definición de gestión de residuos sólidos, la cual debe enfocarse en lograr los siguientes objetivos:

- Conservación de energía
- Protección de recursos naturales
- Reducción de la cantidad de residuos que se deben eliminar
- Conservación del medio ambiente

Finalmente, el compost, es un material orgánico, que se genera después de realizar una descomposición aeróbica (por medio de una alta presencia de oxígeno) o anaeróbica (sin oxígeno, metanización). Este se utiliza principalmente como abono para la tierra.

Hay que considerar que con el método del composto se debe estar completamente seguro de que los residuos orgánicos estén completamente limpios y sin restos de otras sustancias o elementos, como metales pesados, ya que podrían ser un problema para la salud, al contaminar la agricultura.

De acuerdo con Rondón (2016) el material que resulta del compost es un abono y no un fertilizante, ya actúa principalmente como regenerador

orgánico de la tierra. Entre los efectos positivos que se pueden mencionar son:

- Suelta los terrenos compactados y compacta los demasiados sueltos.
- Favorece el abonado químico al evitar la percolación.
- Aumenta la capacidad de retención de agua por el suelo.
- Es fuente de elementos nutritivos (nutrientes más oligoelementos).
- Aumenta el contenido de materia orgánica del suelo. Esta última acción es fundamental en los suelos con gran déficit en materia orgánica, menos de 3%. Hasta el momento, el medio principal de enmienda orgánica de los suelos ha sido el estiércol.
- Tiene el carácter de enmienda orgánica.
- Es aséptico, libre de bacterias patógenas, semillas, huevos de acáridos, larvas, etc., pero con intensísima vida bacteriana que activa los procesos bioquímicos del suelo.
- Sus elementos nutritivos están en forma de humus, fácilmente asimilable.
- Mejora química, física y biológicamente el suelo. (p.72)

En conclusión, para llevar a cabo un sistema de gestión de residuos, es necesario supervisar y evaluar constantemente, de tal forma que se pueda establecer si los objetivos y metas que se plantean al inicio del programa están siendo alcanzados.

#### **2.4.5. Disposición final**

La disposición correcta de los residuos sólidos es una etapa primordial en la gestión integral de residuos. Derivado de esto, entre los métodos o técnicas

que más se utilizan para disponer los residuos sólidos, se pueden mencionar los rellenos sanitarios, que ofrecen una solución económica, técnica y ambiental.

El relleno sanitario es una técnica de eliminación final de los desechos sólidos en el suelo, que no causa molestia ni peligro para la salud y seguridad pública, tampoco perjudica al ambiente durante su operación, ni después de terminado el mismo. Esta técnica utiliza principios de ingeniería para confinar la basura en un área lo más pequeña posible, compactándola para reducir su volumen y cubriéndola del ambiente exterior. (Mijangos, 2002, citado en Vides, 2013, p.14)

En otras palabras, un relleno sanitario es un espacio que se desarrolla en un área específica y tiene como producto final, la modificación de la topografía del terreno. Su puesta en marcha ofrece un servicio que se especializa en la disposición final de los residuos sólidos producidos por el ser humano.

De acuerdo con las palabras de Rondón (2016), para describir el relleno sanitario se pueden mencionar las siguientes características:

- El almacenamiento se realiza de tal forma que evitan molestias y riesgos para la salud pública, así como la degradación del medio ambiente.
- El terreno dedicado a vertedero está perfectamente delimitado y cercado.
- Existe un control de accesos, de vehículos y personal.
- No se quema residuo, ni se producen malos olores, la basura está totalmente cubierta. No hay gente escarbando los desechos, existen drenajes de interceptación de aguas superficiales y control sanitario.

- Debe contar con obras de ingeniería adecuadas para el control ambiental de las emisiones de gases, del control y tratamiento de lixiviados, con programas de monitoreo ambiental, y planes de clausura y post-clausura.
- Un aspecto importante para remarcar es que los enterramientos sanitarios posibilitan métodos más complejos de tratamiento y llevan a cabo acciones correctivas en caso de contaminación de las napas, cursos de aguas y/o suelos.

El cierre de un relleno sanitario es la operación que da por finalizada la explotación, en donde, se clausura el lugar y se realizan faenas principalmente de desmantelamiento de las instalaciones, de limpieza superficial y de colocación de una capa de cobertura final.

El sellado, es la operación realizada después del cierre, en la cual se construyen todas las obras destinadas a mantener los residuos aislados, minimizando los riesgos de contaminación y peligro sanitario, controlando las emanaciones de biogás y líquidos lixiviados, además de conservar bajo control la escorrentía superficial y los problemas que se puedan producir debido a los asentamientos del relleno. También se deben considerar las obras destinadas al monitoreo de gases y lixiviados, que es necesario mantener en el largo plazo. (Espinace, 1998, citado en Rondón, 2016, p. 73, 98)

## **2.5. Política ambiental de la Universidad de San Carlos de Guatemala**

De acuerdo con las palabras de Cuevas (2014), la Universidad de San Carlos de Guatemala -USAC-, está llamada a servir a la sociedad como ejemplo en el uso de los recursos naturales, así como el adecuado uso del entorno, para

garantizar la sostenibilidad del desarrollo y del medio ambiente en Guatemala, y al mismo tiempo a defender el derecho de la población a vivir en un ambiente sano.

Consciente de esa responsabilidad y de interrelacionar todas las acciones y actividades ambientales desde la perspectiva de la investigación, la docencia, la extensión y la administración, la USAC decide asumir el compromiso de construir una cultura ambiental en la comunidad universitaria y difundirla en la sociedad guatemalteca. (Cuevas, 2014)

El enfoque ambiental en la USAC tiene el siguiente fundamento jurídico:

- Constitución Política de la República de Guatemala.
- Artículo 97 de la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente.
- Artículo 82 de la Ley de Áreas Protegidas.
- Decreto No. 68-86 del Congreso de la República de Guatemala y sus reformas.
- Los convenios nacionales e internacionales de las políticas públicas vigentes del Estado, de los principios del desarrollo sostenible.
- Principios del Programa 21, contenidos en la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo.
- Alianza para el Desarrollo Sostenible (ALIDES).
- Lo conducente de los Acuerdos de Paz, en particular el Acuerdo sobre Aspectos Socioeconómicos y Situación Agraria, en su párrafo: Protección Ambiental, del capítulo III (Situación Agraria y Desarrollo Rural).
- Identidad y Derechos de los Pueblos Indígenas, que legitima el Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo -OIT-

- Reasentamiento de Poblaciones Desarraigadas, en los cuales reafirman los objetivos del desarrollo sostenible en el país y la sostenibilidad del manejo de los recursos naturales.
- Política para la conservación y sostenibilidad de las áreas protegidas universitarias, aprobadas por el Consejo Superior Universitario.

El fin de la Política Ambiental de la USAC consiste en lograr que la comunidad universitaria comparta las proposiciones filosóficas y la comprensión de la justificación de sus acciones ambientales, que, de acuerdo con la concepción de desarrollo sostenible, privilegian el equilibrio de las actividades humanas y el ambiente natural para garantizar el acceso a una mejor calidad de vida y un ambiente saludable. (Cuevas, 2014)

#### **2.5.1. Aprobación y vigencia**

La política ambiental fue aprobada por el Consejo Superior Universitario, en sesión celebrada el 30 de julio de 2014, en el Punto Sexto, Inciso 6.2 del Acta 13-2014 y se encuentra vigente en la actualidad.

#### **2.5.2. Descripción de la política**

La política, en el marco del cumplimiento de la Misión y Visión de la USAC, y de la dimensión ambiental en la planificación universitaria, se plantea los objetivos siguientes:

- Construir en la comunidad universitaria una cultura ambiental sostenible, por medio de estrategias coherentes, programas y proyectos integrados e integrales de fortalecimiento del desarrollo sostenible en las áreas de investigación, docencia, extensión y

administración, con el fin de conservar y mejorar las condiciones ambientales en los espacios universitarios, desarrollando campus ambientalmente sanos y seguros para una comunidad comprometida con el ambiente.

- Fundamentar los lineamientos aprobados por el Consejo Superior Universitario para garantizar su aplicación general en el desarrollo de las funciones básicas de investigación, docencia y extensión, desde todas las áreas de intervención de la Universidad que son: la academia, la vinculación con la sociedad y sistema de gobierno y administración. (Cuevas, 2014, p. 11)

## **2.6. Reglamento para la gestión integral de los residuos y desechos sólidos comunes**

Este reglamento, impulsado por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales – MARN- involucra a todas aquellas personas, individuales o jurídicas, públicas o privadas, nacionales o extranjeras que, como resultado de sus actividades, produzcan residuos o desechos sólidos comunes, y deben separarlos al momento de su generación.

Se origina, debido a que la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, establece la obligación de emitir instrumentos que regulen la prevención y control de las causas de contaminación hídrica y la descarga de sustancias que puedan alterar la calidad física, química o mineralógica del suelo o del subsuelo, que le sean nocivas a la salud o a la vida humana, la flora, fauna y a los recursos o bienes.

Por su parte, complementando lo anterior, El Código de Salud, establece que la prestación de los servicios municipales relacionados con la gestión integral de los residuos y desechos sólidos debe realizarse en cumplimiento de las normas sanitarias aplicables.

#### **2.6.1. Aprobación y vigencia**

El reglamento fue aprobado por el gobierno de Guatemala, el 09 de agosto de 2021, establecido según el acuerdo gubernativo No. 164-2021 y se encuentra vigente en la actualidad.

#### **2.6.2. Descripción del reglamento**

El reglamento tiene por objeto establecer las normas sanitarias y ambientales que deben aplicarse para la gestión integral de los residuos y desechos sólidos comunes, en función de asegurar la protección de la salud humana y evitar la contaminación del ambiente.

Hasta el momento, “esta es la primera normativa en Guatemala que regula, de manera integral, la separación desde el hogar, oficina, empresa o industria, la recolección, traslado, almacenamiento, tratamiento y disposición final de la basura.” (Giammattei, 2021, párr. 9)



### 3. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

La Escuela de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería, se divide en seis áreas: Área de Operaciones Unitarias, Área Complementaria, Área de FísicoQuímica, Área de Química, Área Ambiental y Área Investigación, Desarrollo tecnológico e Innovación; de las cuáles, las primeras cinco, imparten cursos profesionales que, dentro de su contenido programático, incluyen alguna práctica o bien laboratorio.

Para llevar a cabo las prácticas de los diferentes cursos de la carrera, la Escuela de Ingeniería Química, hace uso de siete instalaciones físicas, las cuales, para fines de esta investigación serán conocidas como laboratorios, siendo estos:

- Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales – LIEXVE
- Laboratorios del área de Química (dos laboratorios)
- Laboratorio de Microbiología
- Laboratorio de análisis fisicoquímicos – LAFIQ
- Laboratorio del área de Operaciones Unitarias
- Laboratorio de Análisis de Aguas, ubicado en el Centro de Investigaciones de Ingeniería

De los siete laboratorios mencionados anteriormente, cada uno de ellos, genera su propio tipo de desecho (para el caso de los que sí generan), por lo que, para continuar con la presente investigación, se deben seleccionar únicamente, los laboratorios que generan desechos sólidos.

### **3.1. Selección de los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Química que generan desechos sólidos**

En el presente apartado, se da inicio al diagnóstico de la situación actual, la cual inicia identificando y seleccionando los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Química que en la actualidad generan algún tipo de desecho sólido.

#### **3.1.1. Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales – LIEXVE**

El laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales – LIEXVE presta sus servicios para el curso de Extracciones Industriales, el cual pertenece al décimo semestre de la carrera de Ingeniería Química, y forma parte del área de Operaciones Unitarias de dicha Escuela.

En el contexto anterior, se ha determinado que dicho laboratorio sí genera desechos sólidos, cuando se está llevando a cabo la práctica del curso de Extracciones Industriales.

#### **3.1.2. Laboratorios del área de Química**

En el área de Química, se cuentan con dos instalaciones físicas, conocidas como laboratorio de Química 1 y laboratorio de Química 2, ambos laboratorios, prestan sus servicios a diferentes cursos dentro de la carrera.

Se ha determinado que ambos laboratorios generan desechos sólidos, cuando se están llevando a cabo las prácticas de los cursos de Química 4, Análisis Cuantitativo y Química Orgánica 2.

### **3.1.3. Laboratorio de Microbiología**

El siguiente laboratorio en la lista, es el laboratorio de Microbiología, el cual presta sus servicios al curso de Microbiología, que se imparte dentro del pensum de la carrera de Ingeniería Química.

### **3.1.4. Laboratorio de análisis fisicoquímicos – LAFIQ**

El laboratorio de análisis fisicoquímicos – LAFIQ, presta sus servicios al curso de Análisis Instrumental, el cual se encuentra dentro del pensum de la carrera de Ingeniería Química y que forma parte de la sección de Química Industrial. Dentro del contexto anterior, se ha determinado que el LAFIQ sí genera desechos sólidos, cuando se está impartiendo la práctica del curso de Análisis Instrumental.

## **3.2. Origen de los desechos sólidos dentro de los laboratorios seleccionados**

Una vez, determinados los laboratorios que sí generan desechos sólidos, derivados de sus diferentes actividades, ahora se procede a establecer el origen de dichos desechos sólidos dentro de cada laboratorio.

### **3.2.1. Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales – LIEXVE**

La práctica del curso de Extracciones Industriales se divide en 5 partes, siendo estas:

- Práctica de aceites esenciales, en la que se utiliza como materia prima, orégano.
- Práctica de oleorresinas, las cuales propagan la naturaleza de los sabores, aromas y preservan los condimentos naturales, entre estos se pueden mencionar la cera, gomorresinas y aceites grasos.
- Práctica de colorantes, generalmente se utiliza material vegetal, como, por ejemplo, achiote.
- Práctica de maderas, en donde se lleva a cabo la extracción de taninos, los cuales son compuestos fenólicos que se tienden a agrupar en la corteza de los árboles y plantas.
- Práctica de aceites fijos, en la que se utiliza como materia prima, semillas oleaginosas, de las que puede extraerse aceite para uso alimenticio o industrial.

Figura 5. **Orégano, como materia prima**



Fuente: [Fotografía de Juan Jerez]. (Guatemala, Guatemala. 2021). Colección particular.  
Guatemala.

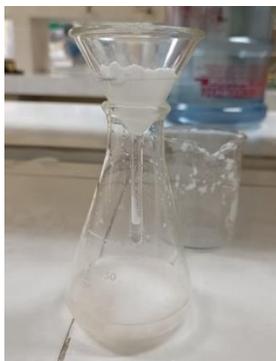
### 3.2.2. Laboratorios del área de Química

Derivado de los diferentes ejercicios y tareas que realizan los estudiantes, y con el fin de cubrir los temas y objetivos de cada curso, una de las prácticas del curso de Química 4, genera como desecho sólido, nitrato de potasio.

Así mismo, las prácticas del curso de Análisis cuantitativo generan restos de cobre metálico, triamin, tetramin cobre y sulfato de cobre. Estos desechos se generan cuando se mezclan con otros reactivos, por ejemplo, para el tetramin cobre, se utiliza sulfato de cobre y amoniaco, dependiendo de la concentración que se llegue a precipitar. Luego, se utiliza etanol para hacer los lavados respectivos con el fin de que seque un poco más rápido la muestra obtenida.

Por su parte, la práctica del curso de Química Orgánica 2, genera ácido acetilsalicílico, cuando se busca estudiar el principio activo de la aspirina, y por aparte, también se genera colorante amarillo martius, este último al momento de sintetizar el producto.

Figura 6. **Ácido acetilsalicílico**



Fuente: [Fotografía de Juan Jerez]. (Guatemala, Guatemala. 2021). Colección particular.  
Guatemala.

Para obtener el ácido acetilsalicílico, se utiliza salicilato de metil, y este se mezcla con hidróxido de sodio y cierta cantidad de ácido clorhídrico, luego, estos dos componentes se llegan a precipitar y es así como se genera el estado sólido.

### **3.2.3. Laboratorio de Microbiología**

En este caso, los desechos sólidos que se originan no son tanto por producto de las actividades de laboratorio, sino por los insumos que se utilizan y parte de la indumentaria propia del estudiante, entre los que se pueden mencionar, guantes desechables, láminas portaobjetos y papel mayordomo.

### **3.2.4. Laboratorio de análisis fisicoquímicos - LAFIQ**

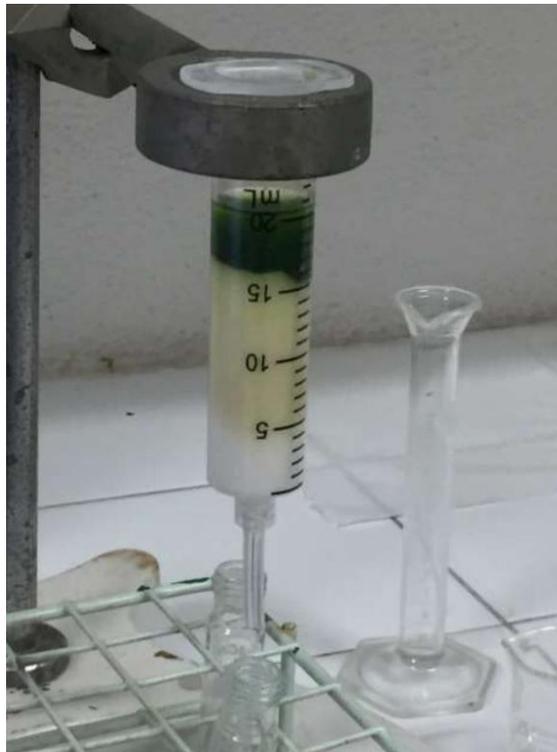
La práctica del curso de Análisis Instrumental, tiene como propósito, conocer la composición química de ciertas sustancias, tanto, cuantitativas, como cualitativas, para lograr este objetivo, se realizan diferentes tipos de análisis, entre los que se pueden mencionar el análisis ultravioleta, el análisis de fluorescencia o el análisis de la columna cromatográfica.

Cuando se está impartiendo la práctica del curso de Análisis Instrumental, el LAFIQ puede generar desechos sólidos derivados de las actividades que se describen a continuación:

- Papel mayordomo, para limpiar las áreas y el equipo con el que se trabaja.
- Papel filtro, que contiene desechos, dependiendo de la muestra que se va filtrando.
- Calizas (rocas de calcio y magnesio) y bicarbonato que se utilizan para desarrollar las prácticas.

- Cuando se utiliza la columna cromatográfica, se utiliza espinaca, para ir analizando sus componentes y conforme se va sedimentando la muestra, ir obteniendo sus características. También se utiliza algodón y jeringas mientras se hace este ejercicio, ya que se coloca algodón dentro de la jeringa para que los sólidos no pasen al área que se está observando.
- Polipropileno de fluorescencia.
- Tubos capilares, para sembrar muestras del extracto.

Figura 7. **Ejercicio de columna cromatográfica, con muestra de espinaca**



Fuente: [Fotografía de Juan Jerez]. (Guatemala, Guatemala. 2021). Colección particular.  
Guatemala.

### **3.3. Cuantificación de los desechos sólidos generados**

Luego de identificar y seleccionar los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Química que generan desechos sólidos, la siguiente etapa en el diagnóstico de la situación actual, es cuantificar los desechos sólidos que se generan por cada laboratorio.

#### **3.3.1. Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales – LIEXVE**

Durante el desarrollo de cada práctica del curso de Extracciones industriales, se llevan a cabo ejercicios a dos escalas; escala planta piloto y escala laboratorio. Cada práctica se realiza una vez por semestre.

Para el desarrollo de la práctica de aceites esenciales, se utilizan 5 libras de materia prima en el caso de la escala Planta piloto y en la escala laboratorio, se realizan tres extracciones de materia prima de 50 gramos cada una, para tener un total de 150 gramos.

Figura 8. **Escala planta piloto**



Fuente: [Fotografía de Juan Jerez]. (Guatemala, Guatemala. 2021). Colección particular.  
Guatemala.

En la práctica de oleorresinas, se usan 5 libras de materia prima en la escala Planta piloto y tres extracciones de 50 gramos cada una en la escala laboratorio, teniendo un total de 150 gramos de materia prima para esta última escala.

Durante la práctica de colorantes, en la escala Planta piloto se usan 3 kilogramos de materia prima, y en la escala laboratorio se realizan tres extracciones de 50 gramos cada una de materia prima, para tener un total de 150 gramos.

Figura 9. **Escala laboratorio**



Fuente: [Fotografía de Juan Jerez]. (Guatemala, Guatemala. 2021). Colección particular.  
Guatemala.

Para llevar a cabo la práctica de maderas, en donde se realizan las extracciones de taninos, se utilizan 3 kilogramos de materia prima en la escala Planta piloto, y tres extracciones de 50 gramos cada una en la escala laboratorio, teniendo un total de 150 gramos en esta escala.

En el caso de la práctica de aceites fijos, se utilizan 3 kilogramos de materia prima en la escala Planta piloto, y se realizan tres extracciones de 50 gramos cada una en la escala laboratorio, teniendo un total de 150 gramos.

Finalmente, para las primeras dos prácticas, tanto la de aceites esenciales como la de oleorresinas, se genera un promedio de 6.1 libras de desecho sólido

por cada una al semestre. Para el resto de las prácticas, el promedio en libras de desecho sólido es de 7.7 libras por práctica al semestre, este último, puede contener material con humedad.

### **3.3.2. Laboratorios del área de Química**

El nitrato de potasio que se genera en la práctica del curso de Química 4, es en promedio de 5 a 6 gramos por cada grupo que realiza la práctica, teniendo en promedio 4 grupos al semestre, se genera un total de 20 a 24 gramos de este tipo de desecho sólido.

Para el cobre metálico que se genera en la práctica del curso de Análisis Cuantitativo, se alcanza un total de 5 gramos en total durante el semestre. De la misma forma, para el tetramín de cobre se alcanza un aproximado de 4 a 4.5 gramos por grupo, en cada práctica, teniendo un total de 6 prácticas con cuatro grupos por práctica a lo largo del semestre.

Con relación a la práctica del curso de Química Orgánica 2, se generan 5 gramos de ácido acetilsalicílico por grupo y 20 gramos de amarillo martius por grupo; dado a que, en total son 6 prácticas con cuatro grupos de estudiantes en cada semestre, se genera un total de 120 gramos de acetilsalicílico y 480 gramos de amarillo martius respectivamente.

Figura 10. **Desechos de los laboratorios del área de Química**



Fuente: [Fotografía de Juan Jerez]. (Guatemala, Guatemala. 2021). Colección particular. Guatemala.

Se muestra a continuación una tabla resumen que permite detallar los desechos sólidos generados por los laboratorios del área de Química.

Tabla IV. **Cuantificación de desechos sólidos de los laboratorios del área de Química**

Curso	Desecho sólido	Cantidad por práctica	Total al semestre
Química 4	Nitrato de potasio	5 a 6 gramos	20 a 26 gramos
Análisis Cuantitativo	Cobre metálico	5 gramos	5 gramos
	Tetramín de cobre	4 a 4.5 gramos por grupo	96 a 108 gramos
Química Orgánica 2	Ácido acetilsalicílico	5 gramos	120 gramos
	Amarillo martius	20 gramos	480 gramos

Fuente: elaboración propia.

### 3.3.3. Laboratorio de Microbiología

En promedio, se descartan 300 pares de guantes desechables en una sección durante todo el semestre. Así mismo, durante todo el semestre se descartan 400 portaobjetos, los cuales son de vidrio, que sirven para colocar las muestras para ser observadas en el microscopio. También se descarta de 1 a 2 rollos de papel mayordomo y aproximadamente, una libra de Agar-agar, durante todo el semestre.

El Agar-agar es una sustancia gelatinosa que se obtiene de un alga marina que también tiene el mismo nombre; el agar, tiene la característica de espesar los líquidos al punto de llevarlos a una forma gelatinosa, en otras palabras, el agar puede convertir el líquido en gel.

Figura 11. **Agar-agar**



Fuente: [Fotografía de Juan Jerez]. (Guatemala, Guatemala. 2021). Colección particular.  
Guatemala.

A continuación, se muestra una tabla resumen que permite detallar los desechos sólidos del curso de microbiología.

Tabla V. **Desechos sólidos generados en el laboratorio de Microbiología**

<b>Curso</b>	<b>Desecho sólido</b>	<b>Total al semestre</b>
Microbiología	Guantes desechables	300 pares
	Portaobjetos	400 unidades
	Papel mayordomo	1 a 2 rollos
	Agar-agar	1 libra

Fuente: elaboración propia.

### **3.3.4. Laboratorio de análisis fisicoquímicos - LAFIQ**

Considerando, que durante el semestre se imparten de cuatro a cinco prácticas, y que actualmente, asisten cinco estudiantes en promedio a cada práctica, la cuantificación de los desechos sólidos generados se puede detallar de la siguiente manera:

- Papel mayordomo, un rollo extragrande al semestre.
- Papel Filtro, 20 unidades al semestre.
- Jeringas, una por grupo, 25 unidades en total al semestre.
- Papel bond, debido a que se le imprime a cada uno su práctica, y generalmente la desechan en el laboratorio al finalizar. Una resma de hojas por semestre.
- Bicarbonato de sodio, una bolsa de 500 gramos al semestre.
- Espinaca y zanahoria para hacer extracciones, 20 gramos en promedio por práctica, teniendo un aproximado de 100 gramos al semestre.
- Polipropileno de fluorescencia, 1 metro de 110 milímetros de ancho al año.

- Guantes desechables de latex, 20 pares de guantes por práctica, teniendo un total de 100 pares al semestre.
- Calizas, una libra al semestre.
- Algodón, un paquete de 500 gramos, al semestre.
- Tubos capilares, uno por cada persona, 20 tubos al semestre.
- Masking tape, 1 o 2 rollos al semestre.

Figura 12. **Polipropileno de fluorescencia**



Fuente: [Fotografía de Juan Jerez]. (Guatemala, Guatemala. 2021). Colección particular.  
Guatemala.

### **3.4. Clasificación de los desechos sólidos generados**

Luego de la selección de los laboratorios y la cuantificación de los desechos sólidos que se generan; la siguiente etapa, en el proceso del diagnóstico, consiste en la clasificación de estos desechos.

### 3.4.1. Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales – LIEXVE

Los desechos sólidos que se generan en el LIEXVE durante la práctica del curso de Extracciones Industriales se clasifican como un extracto natural, que se deriva de material vegetal, es decir, desechos sólidos orgánicos.

Lo anterior, indica que sus desechos sólidos no representan un peligro para el ambiente, ya que son productos que con el pasar del tiempo, se degradan; tal es el caso, del orégano, o de las hierbas secas en general, que en promedio tardan de uno a dos años en degradarse.

### 3.4.2. Laboratorios del área de Química

Los desechos sólidos que se generan en las prácticas de los cursos de Química 4 y Análisis Cuantitativo, se clasifican, en general, como desechos inorgánicos, y los desechos sólidos que se generan en las prácticas del curso de Química Orgánica 2, se clasifican como desechos orgánicos.

Tabla VI. **Clasificación de desechos sólidos de los laboratorios del área de Química**

Curso	Desecho sólido	Clasificación
Química 4	Nitrato de potasio	Inorgánico
	Cobre metálico	Inorgánico
Análisis Cuantitativo	Triamín	Inorgánico
	Tetramín cobre	Inorgánico
	Sulfato de cobre	Inorgánico
Química Orgánica 2	Ácido acetil salicílico	Orgánico
	Amarillo martius	Orgánico

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con la hoja de datos de seguridad del nitrato de potasio, este se puede clasificar, según las indicaciones de peligro, como un sólido oxidante (Categoría 3), el cual indica que puede agravar un incendio o funcionar como comburente. Entre las recomendaciones para la manipulación y almacenamiento de este desecho, se pueden mencionar las siguientes:

Tabla VII. **Manipulación y almacenamiento del Nitrato de potasio**

<b>Nitrato de potasio</b>	
<b>Manipulación</b>	<b>Almacenamiento</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prohibido comer, beber o fumar durante su manipulación.</li> <li>• Evitar contacto con ojos, piel y ropa. Lavarse los brazos, manos, y uñas después de manejar este producto.</li> <li>• El uso de guantes es recomendado.</li> <li>• Evitar la dispersión y generación de nubes de polvo.</li> <li>• Mantener cerrado el recipiente. Usar con ventilación apropiada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacenar en un área limpia, seca y bien ventilada.</li> <li>• Mantener alejado de ácidos y bases, halógenos, combustibles y materia orgánica.</li> <li>• Material de empaque apropiado: el suministrado por el fabricante. Código NFPA: 1 0 2</li> </ul>

Fuente: elaboración propia, empleando la hoja de datos de seguridad del Nitrato de Potasio, CCE, IPCS, 1994.

Según la hoja de datos de seguridad del cobre metálico, este se puede clasificar, de acuerdo con las indicaciones de peligro, como un sólido inflamable 2; por lo tanto, entre las recomendaciones para la manipulación y almacenamiento de este desecho, se pueden mencionar las siguientes:

Tabla VIII. **Manipulación y almacenamiento del cobre metálico**

<b>Cobre metálico</b>	
<b>Manipulación</b>	<b>Almacenamiento</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sin indicaciones particulares</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recipientes bien cerrados.</li> <li>• Ambiente seco.</li> <li>• Temperatura ambiente</li> </ul>

Fuente: elaboración propia, empleando la hoja de datos de seguridad del Nitrato de Potasio, CCE, IPCS, 1994.

Por su parte, con relación al tetramin cobre y al sulfato de cobre, según su hoja de datos de seguridad, estos pueden provocar irritación ocular grave, de acuerdo con las indicaciones de peligro, por lo que las recomendaciones para la manipulación y el almacenamiento son las siguientes:

Tabla IX. **Manipulación y almacenamiento del Sulfato de cobre**

<b>Sulfato de cobre</b>	
<b>Manipulación</b>	<b>Almacenamiento</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• No son necesarias medidas especiales.</li> <li>• Evitar su liberación al medio ambiente.</li> <li>• Lavar las manos antes de las pausas y al fin del trabajo.</li> <li>• Manténgase lejos de alimentos, bebidas y piensos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantener el recipiente herméticamente cerrado.</li> <li>• Observe el almacenamiento compatible de productos químicos.</li> <li>• Temperatura recomendada de almacenamiento: 15 – 25 °C</li> </ul>

Fuente: elaboración propia, empleando la hoja de datos de seguridad del Nitrato de Potasio, CCE, IPCS, 1994.

Para el ácido acetilsalicílico, que se genera en las prácticas del curso de Química Orgánica 2, las indicaciones de peligro en la hoja de datos de seguridad, indica que puede llegar a ser nocivo en caso de ingestión en grandes cantidades.

Entre las recomendaciones para la manipulación y almacenamiento de este componente, se mencionan las siguientes:

Tabla X. **Manipulación y almacenamiento del ácido acetilsalicílico**

<b>Ácido acetilsalicílico</b>	
<b>Manipulación</b>	<b>Almacenamiento</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evitar el contacto con los ojos, la piel o la ropa.</li> <li>• Llevar equipo de protección individual/máscara de protección.</li> <li>• Asegurar una ventilación adecuada.</li> <li>• Evitar la inhalación y la ingestión.</li> <li>• Evitar la formación de polvo.</li> <li>• Manipular respetando las buenas prácticas de higiene industrial y seguridad.</li> <li>• Manténgase lejos de alimentos, bebidas y piensos.</li> <li>• No comer, beber ni fumar durante su utilización.</li> <li>• Retirar y lavar la ropa y los guantes contaminados, por dentro y por fuera, antes de volver a usarlos.</li> <li>• Lavar las manos antes de los descansos y después de la jornada de trabajo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantener en un lugar fresco, seco y bien ventilado.</li> <li>• Mantener el recipiente herméticamente cerrado.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia, empleando la hoja de datos de seguridad del Nitrato de Potasio, CCE, IPCS, 1994.

Finalmente, con relación al amarillo martius, de acuerdo con su hoja de datos de seguridad, en la sección de indicadores de peligro, este provoca irritación cutánea, irritación ocular grave y puede llegar a irritar las vías respiratorias. Por lo tanto, entre las recomendaciones para su manipulación y almacenamiento, se pueden mencionar las siguientes:

Tabla XI. **Manipulación y almacenamiento del Amarillo martius**

<b>Amarillo martius</b>	
<b>Manipulación</b>	<b>Almacenamiento</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prever una ventilación suficiente.</li> <li>• Evitar la producción de polvo.</li> <li>• Lavar las manos antes de las pausas y al fin del trabajo.</li> <li>• Manténgase lejos de alimentos, bebidas y piensos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacenar en un lugar seco.</li> <li>• Utilización de ventilación local y general.</li> <li>• Temperatura recomendada de almacenamiento: 15 – 25 °C</li> </ul>

Fuente: elaboración propia, empleando la hoja de datos de seguridad del amarillo martius, Santa Cruz Biotechnology, Inc., 2018.

### **3.4.3. Laboratorio de Microbiología**

Los desechos sólidos que se obtienen en el laboratorio de Microbiología se clasifican de la siguiente manera:

Tabla XII. **Clasificación de desechos sólidos del laboratorio de Microbiología**

<b>Desecho sólido</b>	<b>Clasificación secundaria</b>	<b>Clasificación principal</b>
Guantes desechables	Latex	Inorgánico
Portaobjetos	Vidrio	Inorgánico
Papel mayordomo	Papel	Orgánico
Agar-agar	N/A	Orgánico

Fuente: elaboración propia.

Los guantes desechables de latex, representan un desecho contaminante para el ambiente, ya que estos pueden llegar a tardar entre 30 y 400 años en degradarse. Lo mismo, es el caso con los portaobjetos, que, por ser de vidrio, su tiempo de degradación es de hasta 4,000 años.

Con respecto al Agar-agar, su hoja de datos de seguridad indica que no es un material peligroso, sin embargo, siempre se presentan algunas recomendaciones para la manipulación y almacenamiento de esta sustancia, entre las que se pueden mencionar:

Tabla XIII. **Manipulación y almacenamiento del Agar-agar**

<b>Agar-agar</b>	
<b>Manipulación</b>	<b>Almacenamiento</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• No son necesarias medidas especiales.</li> <li>• Manténgase lejos de alimentos, bebidas y piensos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacenar en un lugar seco.</li> <li>• Mantener el recipiente herméticamente cerrado.</li> <li>• Temperatura recomendada de almacenamiento: 15 – 25 °C</li> </ul>

Fuente: elaboración propia, empleando la hoja de datos de seguridad del Agar-agar, Porto-Muiños, S.L., 2017.

### 3.4.4. Laboratorio de análisis fisicoquímico – LAFIQ

Los desechos sólidos que se obtienen en el laboratorio de análisis fisicoquímico – LAFIQ, cuando se está impartiendo la práctica del curso de Análisis Instrumental, se clasifican de la siguiente manera:

Tabla XIV. Clasificación de desechos sólidos del LAFIQ

Desecho sólido	Clasificación secundaria	Clasificación principal
Calizas	Rocas	Inorgánico
Guantes desechables	Látex	Inorgánico

Continuación tabla XIV.

Jeringas	<b>Plástico</b>	<b>Inorgánico</b>
Masqing tape	N/A	Inorgánico
Polipropileno de fluorescencia	Plástico	Inorgánico
Tubos capilares	Vidrio	Inorgánico
Algodón	N/A	Orgánico
Bicarbonato de sodio	N/A	Orgánico
Espinaca, y zanahoria	N/A	Orgánico
Papel mayordomo	Papel	Orgánico
Papel Filtro	Papel	Orgánico
Papel bond	Papel	Orgánico

Fuente: elaboración propia.

De la tabla anterior, el único componente químico que se utiliza es el bicarbonato de sodio, del cual, en su hoja de datos de seguridad, indica que no es un material peligroso, sin embargo, entre las recomendaciones que se mencionan para su manipulación y almacenamiento, se encuentran las siguientes:

Tabla XV. **Manipulación y almacenamiento del bicarbonato de sodio**

<b>Bicarbonato de sodio</b>	
<b>Manipulación</b>	<b>Almacenamiento</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evítese el contacto con los ojos, la piel y la ropa.</li> <li>• Lavarse las manos cuidadosamente después de la manipulación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manténganse los recipientes bien cerrados.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia, empleando la hoja de datos de seguridad del bicarbonato de sodio, Avantor, 2011.

### **3.5. Actual proceso de recolección y disposición de los desechos sólidos**

En este apartado, y como parte del diagnóstico de la situación actual, se ha investigado cual es la forma en la que los laboratorios recolectan sus desechos sólidos y como es la forma de su disposición final, es decir, qué es lo que hacen con los desechos sólidos que han recolectado.

#### **3.5.1. Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales – LIEXVE**

Los desechos sólidos que se generan en el LIEXVE, luego de cada práctica, actualmente se recolectan en una bolsa y luego de depositan en el basurero.

Figura 13. **Basurero del LIEXVE**



Fuente: [Fotografía de Juan Jerez]. (Guatemala, Guatemala. 2021). Colección particular.  
Guatemala.

### **3.5.2. Laboratorios del área de Química**

Los desechos que se generan en los laboratorios del área de Química actualmente siguen el siguiente proceso:

- El ácido acetilsalicílico y el colorante, al final de cada práctica, se almacena en botes de vidrio, y al final del semestre puede seguir una de las siguientes dos rutas, que depende principalmente de la cantidad generada.
  - Se entregan a otra área para ser incinerados
  - El área de Agregados, Concretos y Morteros del CII lo encapsula en morteros de concreto

- El nitrato de potasio se tira a la basura.
- El cobre metálico se tira a la basura.
- El tetramín cobre se guarda dentro de un recipiente, y luego se guarda en una bodega, en donde a la fecha permanece almacenado.

Figura 14. **Almacenamiento del ácido acetilsalicílico y colorantes**



Fuente: [Fotografía de Juan Jerez]. (Guatemala, Guatemala. 2021). Colección particular.  
Guatemala.

Figura 15. **Bodega de los laboratorios del área de Química y Físicoquímica**



Fuente: [Fotografía de Juan Jerez]. (Guatemala, Guatemala. 2021). Colección particular. Guatemala.

### **3.5.3. Laboratorio de Microbiología**

Los desechos sólidos que se obtienen en el laboratorio de Microbiología, actualmente, al finalizar cada práctica del curso, simplemente se recolectan en una bolsa y luego se depositan en el basurero.

### **3.5.4. Laboratorio de análisis físicoquímico – LAFIQ**

Los desechos sólidos que se obtienen en este laboratorio son depositados en basureros de acuerdo con una clasificación interna, implementada por el personal encargado del área, sin embargo, cuando llegan las personas

encargadas del servicio de limpieza, estas proceden a recoger cada depósito y lo unifican en uno sólo, trasladándolo a un basurero general.

Figura 16. **Basureros del LAFIQ**



Fuente: [Fotografía de Juan Jerez]. (Guatemala, Guatemala. 2021). Colección particular.  
Guatemala.



## **4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **4.1. Propuesta de manejo de desechos sólidos**

Tomando en cuenta los resultados obtenidos de la investigación, y considerando que cada laboratorio de los que han sido identificados, genera su propio tipo de desecho y en diferentes cantidades; se propone que cada uno de ellos, pertenecientes a la Escuela de Ingeniería Química pueda desarrollar su propio plan de manejo de desechos sólidos, tomando como fuente principal, la Política Ambiental de la Universidad de San Carlos de Guatemala, la cual tiene como ejes principales, la docencia, la investigación, la extensión, la administración, el territorio, la infraestructura y la planificación y seguimiento.

El plan de manejo de desechos sólidos que cada laboratorio tendrá, podrá ir variando de acuerdo con sus propios objetivos y metas, sin embargo, todos los planes deben incluir un manejo integral de desechos sólidos, un programa de 4R's, que consiste en reducir, reutilizar, reciclar y recuperar, y finalmente una parte enfocada al seguimiento y la mejora continua, la cual debe contemplar un programa de educación ambiental, que incluya afiches promotores y capacitaciones dirigidas a los estudiantes y al personal docente y administrativo de cada laboratorio.

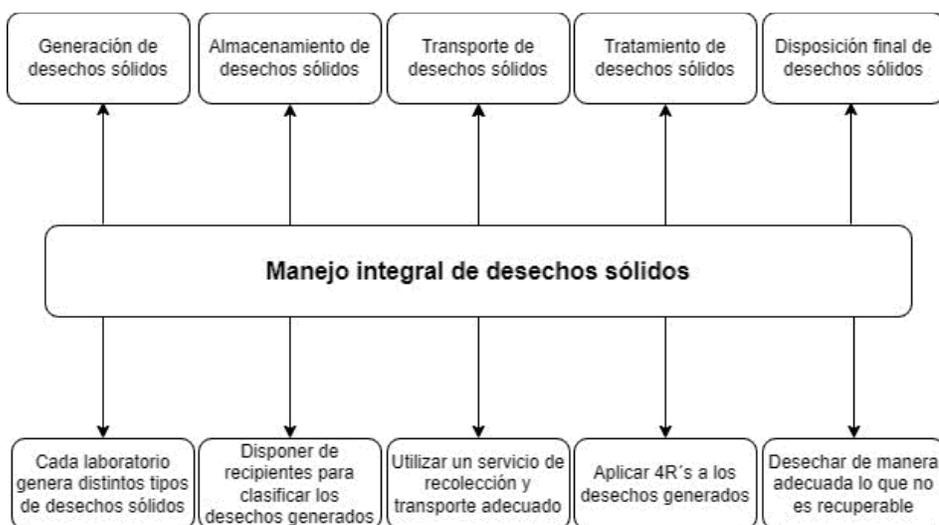
Finalmente, el plan deberá estar orientado a la minimización de los efectos perjudiciales que se producen en el ambiente por la inadecuada disposición de los desechos sólidos generados.

#### 4.1.1. Manejo integral de desechos sólidos

El objetivo del manejo integral de desechos sólidos es proporcionar elementos claves para cada uno de los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Química, con relación al manejo y disposición final de los desechos generados dentro de sus instalaciones, para que, con esto, se puedan ofrecer condiciones sanitarias, que reduzcan los impactos ambientales y los riesgos a la salud provocados por la forma en que se realiza el manejo de los desechos actualmente.

A continuación, se muestra un árbol de objetivos en donde se plantean los pasos o metas a seguir para un manejo adecuado de los desechos sólidos; con este mismo árbol, cada meta ofrece actividades y tareas orientadas a la mejora de la situación actual.

Figura 17. **Árbol de objetivos para el manejo integral de desechos sólidos**



Fuente: elaboración propia.

#### **4.1.1.1. Generación de desechos sólidos en los laboratorios**

Esta es la primera etapa del manejo integral de desechos sólidos, si bien es cierto, no se puede eliminar la generación de desechos debido a la naturaleza de su origen, lo que, si se puede hacer, es prestar atención a los desechos sólidos que se generan, ya que es en este momento en el que se debe iniciar el manejo adecuado.

Para el caso del LIEXVE y de los laboratorios del área de Química, sus desechos son derivados de los ejercicios y procesos que se realizan en cada práctica, sin embargo, en el laboratorio de microbiología y en el LAFIQ, sus desechos se generan no tanto por los procesos, o bien como producto de las actividades del laboratorio, sino por los insumos que se utilizan y parte de la indumentaria propia del estudiante.

Es por ello, que desde este punto se debe recalcar, en que cada laboratorio debe tener su propio plan, que vaya enfocado a sus actividades y a sus procesos.

Cumpliendo con la Política Ambiental de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en esta etapa se recomienda: Desarrollar y aplicar procedimientos de buenas prácticas, manejo sostenible del ambiente y de los recursos naturales dentro de la comunidad universitaria, para que se desarrolle dentro de ambientes saludables, seguros e higiénicos. (Cuevas, 2014)

#### **4.1.1.2. Almacenamiento de desechos sólidos**

La clasificación y almacenamiento de los desechos desde su origen, es una de las formas más eficaces de lograr una recuperación o reutilización de materiales, sobre todo, cuando los desechos van todos destinados a terminar en la basura. Sin bien es cierto, que el LAFIQ es el único laboratorio que clasifica sus desechos, se propone que cada instalación pueda llevar una clasificación acorde al tipo de desecho que más genera.

Uno de los proyectos que contempla la Política Ambiental de la Universidad de San Carlos de Guatemala, que se pueden incluir dentro de esta fase, es: proyecto para establecer un sistema universitario de manejo de desechos sólidos que incluya el depósito clasificado, para reciclaje y reutilización de los subproductos de la actividad académica y administrativa de la USAC y sus sedes operativas. (Cuevas, 2014)

#### **4.1.1.3. Transporte de desechos sólidos**

En esta fase, se propone utilizar un servicio de recolección y transporte adecuado, el cual debe contener, como mínimo, las siguientes características:

- Tener definidas rutas de recolección.
- Establecer horarios y frecuencias de recolección.
- Hacer la recolección selectiva de los desechos en los puntos de clasificación y almacenamiento.
- Que las personas que realicen este tipo de actividad cuenten con el equipo de protección personal adecuado, entre el que se puede incluir tapabocas, guantes y gafas, de acuerdo con la necesidad.

- En caso de que sea necesario, por cantidades, distancias o tipos de desechos, contar con equipos de carga y transporte.

Siguiendo la Política Ambiental de la Universidad de San Carlos de Guatemala, con esta fase se estaría cumpliendo con el objetivo de: eficiencia en el manejo del entorno, vialidad y transporte en todos los campos universitarios. (Cuevas, 2014)

Para el transporte de desechos sólidos, se debe considerar toda la normativa aplicable que se encuentra en la Guía de respuesta en caso de emergencia, publicada por el Departamento de Transporte de Estados Unidos y Transport Canadá, la cual es una guía destinada al uso de los que responden primero durante la fase inicial de un incidente en el transporte que involucre materiales peligrosos/mercancías peligrosas. Se puede encontrar la portada de dicha guía en los anexos de este documento, con el fin de poderla identificar y encontrar fácilmente.

#### **4.1.1.4. Tratamiento de desechos sólidos**

La tercera fase del manejo integral de los desechos sólidos es el tratamiento de éstos, cuando aplique, según sea el caso. En esta fase se propone aplicar el programa de las 4R's a los desechos generados, el cual consiste en la reducción, reutilización, reciclaje y/o recuperación; y del cual se dará una descripción detallada en la sección 4.2 de este capítulo, con el fin de comprender a fondo dicho programa. En esta fase, se puede dar cumplimiento a la sección de la Política Ambiental de la Universidad de San Carlos de Guatemala, que se enfoca en: eficiencia en el manejo de los desechos sólidos y Eficiencia en el uso de materiales y procesos constructivos que reduzcan el impacto ambiental negativo. (Cuevas, 2014)

#### 4.1.1.5. Disposición final de desechos sólidos

La última fase del manejo integral de desechos sólidos se enfoca en desechar de manera adecuada lo que no es recuperable. Esta disposición final debe realizarse al exterior de la Universidad, por medio de empresas encargadas de la recolección de residuos.

Para los desechos sólidos que sean aprovechables, se presenta una tabla que propone utilizar las siguientes técnicas de manejo, de acuerdo con el tipo de desecho:

Tabla XVI. **Técnicas de manejo en la disposición final**

<b>Tipo de desecho</b>	<b>Técnicas de manejo</b>
Orgánicos (LIXVE)	Abono, compostaje, alimentación de animales, biomasa.
Laboratorios de Química	Utilizar a la inversa, en otro curso, sintetizando el componente (en el caso del ácido acetilsalicílico) o como abono (en el caso del tetramín cobre)
Ordinarios e inertes	Relleno sanitario
Reciclables: Plástico, vidrio, cartón	Reuso, reciclaje
Peligrosos: con algunas restricciones dependiendo de sus características.	Aprovechamiento, Incineración, Rellenos de seguridad, otras tecnologías de tratamiento (como térmicos, fisicoquímico, entre otros)

Fuente: elaboración propia.

En esta última fase, se estaría dando cumplimiento a la Política Ambiental de la Universidad de San Carlos de Guatemala, que indica: eficiencia en compatibilizar la protección ambiental con la viabilidad económica y social. (Cuevas, 2014)

## **4.2. Programa de las 4R's**

Como parte del plan de manejo de desechos sólidos que cada laboratorio tendrá, se presenta el programa de las 4R's, que básicamente, tiene como objetivo principal, realizar una gestión correcta de los desechos sólidos generados en cada laboratorio y a su vez, reducir la cantidad de desechos que son destinados a los rellenos sanitarios.

### **4.2.1. Reducir**

Consiste en generar menos desechos de los que se generan actualmente en determinada tarea o actividad, por ejemplo, desperdiciando menos material o reduciendo el consumo de productos desechables.

Una de las formas en las que se puede aplicar la técnica de reducción, que vaya de acuerdo con los lineamientos establecidos en la Política Ambiental de la Universidad de San Carlos de Guatemala, es: reducir el consumo de papel y tinta de uso normal en reproducción de documentos, sustituyendo dichos insumos por procesos acordes con la tecnología disponible. (Cuevas, 2014)

### **4.2.2. Reutilizar**

Implica dar un segundo uso a los productos que ya no sirven para la función con la que fueron creados, o bien, repararlos para que puedan seguir cumpliendo con su tarea, por ejemplo, utilizar el papel por ambas caras o usar envases viejos para guardar otro tipo de objetos o para algún uso alternativo.

De acuerdo con la Política Ambiental de la Universidad de San Carlos de Guatemala, un proyecto para aplicar la técnica de la reutilización, es: crear un

proyecto de buenas prácticas de manejo de los recursos naturales y/o ambiente las cuales las cuales puedan ser replicables en comunidades rurales y centros urbanos dentro del área de influencia. (Cuevas, 2014)

#### **4.2.3. Reciclar**

Se trata de realizar una selección de los desechos generados para separar sus materias primas y convertirlos en un producto nuevo y diferente. De esta forma, se evita el uso descontrolado de recursos naturales y se ahorra energía.

Tal como lo indica la Guía para la identificación Gráfica de los Residuos Sólidos Comunes del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales -MARN- (2018):

Reciclar tiene sus ventajas en términos generales, ya que es de menor impacto ambiental obtener nueva materia a partir del proceso del reciclaje que elaborar nuevas materias; por lo general, se necesita menos consumo de energía, menor cantidad de agua y menor extracción de recursos naturales vírgenes que implican en la mayoría de los casos impactos negativos a los recursos naturales. (p. 6)

Entre los proyectos que contempla la Política Ambiental de la Universidad de San Carlos de Guatemala, se encuentra: Generar un plan de manejo de desechos sólidos, contemplando la reducción, reutilización y reciclaje, buscando que capten recursos económicos para su autosostenibilidad. (Cuevas, 2014)

#### 4.2.4. Recuperar

Finalmente, si un residuo no se puede reutilizar o reciclar, se podría recuperar, por medio de procesos industriales, para que sirva, por ejemplo, como materia prima de otro producto.

Haciendo una relación entre el manejo integral de los desechos sólidos y el programa de las 4R's, se presenta una jerarquía con relación al manejo de los desechos sólidos, en donde, la parte superior se convierte en la opción deseada y conforme se dirige hacia abajo resulta ser la opción no deseada del manejo.

Figura 18. **Jerarquía en el manejo de residuos sólidos**



Fuente: Directiva Marco de Residuos de la Unión Europea. (1975). *Jerarquía en el manejo de residuos sólidos*. Consultado el 12 de junio 2022. Recuperado de: [https://es.wikipedia.org/wiki/Jerarqu%C3%ADa\\_de\\_residuos](https://es.wikipedia.org/wiki/Jerarqu%C3%ADa_de_residuos).



## **5. PROPUESTA DE SOLUCIÓN**

### **5.1. Seguimiento y mejora continua**

Generalmente la frase: -seguimiento y mejora continua- suele ser identificada como una sola actividad, sin embargo, conforman dos grupos de actividades organizativas totalmente distintas, que están relacionadas, pero que no son iguales.

El seguimiento se encarga de la recopilación y el análisis sistemático de datos a medida que avanza un proyecto. Este se enfoca en las metas que se han establecido y en las actividades que se han planificado durante la etapa de planeación de un proyecto. Su finalidad es mejorar la eficacia y efectividad de un proyecto o de toda una organización. Además, ayuda a resaltar la línea de trabajo y permite a la administración conocer cuando alguna tarea no está funcionando bien.

Otra ventaja de dar un seguimiento a una tarea es que permite determinar si los recursos disponibles son suficientes y si están siendo bien administrados, si la cantidad de la mano de obra es la necesaria o si está capacitada para la tarea a realizar y finalmente permite visualizar si se está logrando lo que se planificó. Si se pone en funcionamiento adecuadamente, es una herramienta de gran valor para la organización y puede proporcionar la base para una evaluación determinada.

Por otro lado, la mejora continua no es más que estar optimizando los tiempos, las actividades o procesos y las normas constantemente, con el fin de progresar en todos los aspectos de una organización y aumentar la productividad.

Para trabajar en una mejora continua eficaz, se requiere buen apoyo en la gestión, una retroalimentación y revisión de los pasos de cada proceso y la claridad en la responsabilidad de cada acto realizado. Generalmente se puede obtener una mejora continua reduciendo las actividades complejas y eliminando los principales puntos de fracaso de cada actividad.

Por lo tanto, el seguimiento y la mejora continua comparten una misma visión, haciendo un enfoque en la eficacia, efectividad e impacto de cada proceso y obteniendo a la vez, un aprendizaje de todas las actividades que se realizan y sobre cómo se hacen dichas actividades.

Para comprender mejor el enfoque anterior, la eficacia informa sobre la adecuada aportación de recursos (dinero, tiempo, personal, equipo, etc.) en el proyecto a realizar. La efectividad, mide los logros obtenidos en un determinado proyecto, los cuales fueron establecidos en la planeación del mismo y el impacto informa sobre la influencia causada por dicho proyecto, luego de ponerlo en práctica.

#### **5.1.1. Monitoreo**

Una vez establecido el seguimiento y la mejora continua en un proceso u organización, el estudio se debe mantener constantemente a lo largo del tiempo durante periodos predeterminados, y luego de llevarlo a cabo se puede realizar lo siguiente:

- Identificar errores en la planificación y/o en la puesta en marcha.
- Revisar el progreso de lo planeado.
- Modificar o ajustar actividades con el objetivo de generar una mejor productividad.
- Diseñar un proceso de seguimiento y mejora continua en constante evolución.

Finalmente, cuando el rendimiento se mide, este tiende a mejorar, sin embargo, cuando el rendimiento se mide y se informa, el ritmo de mejoramiento se acelera. Por lo tanto, es necesario hacer un constante monitoreo al estudio realizado en los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Química con el fin de mantener y actualizar los planes de manejo de desechos sólidos.

### 5.1.2. Educación ambiental

El objetivo principal de esta sección es promover la educación en manejo integral de desechos sólidos a todos los participantes involucrados en los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Química, para ello se presenta un plan de acción para la educación ambiental.

Tabla XVII. **Plan de acción para la educación ambiental**

Actividad	Subactividades	Responsable	Recursos	Tiempo	Indicador
Diseñar el programa de capacitación del manejo adecuado de los desechos sólidos en los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Química.	Diseño de presentaciones para diferentes grupos de personas:	Supervisor del laboratorio	Estudiante realizando su Ejercicio Profesional Supervisado – EPS.	1 semestre	Programa de capacitación elaborado
	- Estudiantes				
	- Docentes				
	- Personal Administrativo				

Continuación de la tabla XVII.

						Gestionar los recursos necesarios para cada de capacitación (económicos, humanos, materiales, equipos)	
Implementación del programa de capacitación	de	Capacitación a los estudiantes, docentes y personal administrativo	y	Supervisor del laboratorio	Estudiante realizando su Ejercicio Profesional Sspervisado – EPS.	1 semestre	Cantidad de personas capacitadas
		Charlas y talleres sobre clasificación de desechos orgánicos e inorgánicos	e				Cantidad de personas a quienes se les impartió la charla y/o el taller

Fuente: elaboración propia.

### 5.1.2.1. Promoción de conciencia ambiental

Uno de los objetivos específicos de la Política Ambiental de la Universidad de San Carlos de Guatemala, es: construir la cultura ambiental de la USAC, con base en consensos y conciencia por parte de la comunidad universitaria. (Cuevas, 2014).

Para lograr lo anterior, se presentan los siguientes programas, también propuestos por la Política Ambiental de la USAC:

- Programa de educación y concientización ambiental en los medios de difusión de la Universidad. (Radio, TV y periódico)

- Programa de educación y concientización ambiental por medio de los programas culturales y grupos artísticos de la DIGEU.
- Proyecto de campañas de concientización en el uso de los recursos para minimizar la contaminación del campus. (Cuevas, 2014)

#### 5.1.2.1.1. Afiches

Un afiche es un documento impreso o digital, que se utiliza para realizar propaganda o para promover algún tipo de información. A continuación, se presentan algunos ejemplos de afiches ya utilizados, que han servido para promover una conciencia ambiental dentro de la universidad.

Figura 19. Afiche No. 1 – Día mundial del reciclaje



Fuente: Centro Universitario de Izabal -CUNIZAB-. (2022). *Unidad de Comunicación y Relaciones Públicas de la USAC*. Consultado el 12 de junio 2022. Recuperado de: <https://ms-my.facebook.com/Cunizab/posts/cunizab/5403902009655018/>.

Figura 20. **Política de cero usos de poliestireno y plástico no reciclable en la USAC**



Fuente: Centro Universitario de Izabal -CUNIZAB-. (2022). *Unidad de Comunicación y Relaciones Públicas de la USAC*. Consultado el 12 de junio 2022. Recuperado de: <https://ms-my.facebook.com/Cunizab/posts/cunizab/5403902009655018/>.

#### 5.1.2.1.2. Capacitaciones

La Política Ambiental de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tiene como proyecto: capacitar al personal académico y administrativo en buenas prácticas ambientales en el desempeño laboral, vinculada con Línea estratégica C.0.10 del Plan estratégico USAC – 2022. (Cuevas, 2014)

Las capacitaciones específicas que se proponen para la presente investigación se describen a continuación:

- Capacitaciones sobre la clasificación de los desechos.
- Capacitaciones sobre impacto de manejo de desechos sólidos en el ambiente.
- Capacitaciones en administración de recursos.
- Talleres para la redacción de reglamentos internos sobre manejo de desechos sólidos.
- Cursos de reciclaje y reutilización de materiales sólidos.
- Realizar prácticas de elaboración de compost.
- Capacitación en el tema de desechos peligrosos.

En la sección de anexos de este documento, se presenta, por elaboración propia, un ejemplo de una capacitación sobre la clasificación de los desechos.



## CONCLUSIONES

1. Se ha propuesto el desarrollo de un plan de manejo de desechos sólidos para cada laboratorio de la Escuela de Ingeniería Química, en donde se debe contemplar un manejo integral de desechos sólidos, un programa de 4R's y un seguimiento y mejora continua que abarque planes de capacitación y conciencia ambiental.
2. La generación de desechos sólidos de cada laboratorio de la Escuela de Ingeniería Química tiende a ser constante a lo largo de cada semestre, ya que tienen la misma cantidad de prácticas y en promedio, la misma cantidad de estudiantes, sin embargo, entre cada laboratorio, la cantidad varía, teniendo a los laboratorios del área de Química, como los laboratorios que menos desechos generan, pero que son los mas complicados de manejar.
3. La clasificación principal para los desechos sólidos generados se realizó separando los desechos en dos grupos; de acuerdo con su composición, en desechos sólidos orgánicos y desechos sólidos inorgánicos, sin embargo, se pueden agregar subgrupos que se apeguen a las necesidades de cada laboratorio.
4. El plan de manejo de desechos sólidos de cada laboratorio debe fundamentarse principalmente en la Política Ambiental de la Universidad de San Carlos de Guatemala, la cual fue aprobada por el Consejo Superior Universitario en julio del 2014.



## RECOMENDACIONES

1. Se debe realizar un estudio de manejo de desechos sólidos, desechos líquidos y otros, para los diferentes sectores de la Facultad de Ingeniería, tales como las Escuelas de ingeniería Civil, Mecánica, Mecánica Industrial, Mecánica Eléctrica, Ciencias y Sistemas, para lugares como la Unidad de EPS, el Centro de Investigaciones de Ingeniería, la Escuela de Estudios de Postgrado u otras áreas administrativas, con el objetivo de identificar y valorar la implementación de un plan de desechos sólidos.
2. Es conveniente en los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Química, desarrollar el estudio para otros tipos de desechos, tales como el manejo de desechos líquidos y otros.
3. Desarrollar una política ambiental para la Facultad de Ingeniería, que integre todas sus áreas y que permita dar un avance mas eficaz al cumplimiento de la Política Ambiental de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
4. La clasificación de desechos es algo que todo estudiante debe empezar a adoptar y realizar, tanto en la Universidad, como a nivel personal, derivado de que la Ley para la gestión integral de desechos sólidos ya fue aprobada por el gobierno de Guatemala, según Acuerdo Gubernativo No. 164-2021, caso contrario, puede estar sujeto a sanciones por su incumplimiento.



## REFERENCIAS

1. Avendaño, D. (2003). *El proceso del compostaje* (Tesis de licenciatura). Universidad Católica de Chile, Chile.
2. Baldetti, A. (2017). *Caracterización de los desechos sólidos domiciliarios de la colonia La Florida, zona 19, ciudad de Guatemala* (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
3. Castañeda, E. (2019). *Plan municipal de desechos sólidos en el casco urbano del municipio de Puerto Barrios, departamento de Izabal* (Tesis de maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
4. Colomer, F. (2007). *Tratamiento y gestión de residuos sólidos*. México: Limusa.
5. Cosogua, C. (2018). *Caracterización de los residuos y desechos sólidos de la aldea Guineales, Santa Catarina Ixtahuacán, Sololá* (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
6. Cuevas, C. (2014). *Política Ambiental de la Universidad de San Carlos de Guatemala*. Guatemala: CSU, Universidad de San Carlos de Guatemala.

7. Desastres, C. (12 de junio de 2022). *Centro de Estudios de Desarrollo Seguro y Desastres*. [Mensaje de blog]. Recuperado de <http://cedesyd.usac.edu.gt/index.php/tag/reciclaje/>.
8. Echarri, L. (1998). *Ciencias de la Tierra y el Medio Ambiente*. España: Universidad de Navarra.
9. Espinace, A. (1998). *Recuperación de áreas utilizadas como vertederos controlados de residuos sólidos urbanos. Experiencias y proposiciones* (Tesis de licenciatura). Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV), Chile.
10. Facultad de Ingeniería, USAC. (23 de Febrero de 2022). *Portal Facultad de Ingeniería*. [Mensaje de blog]. Recuperado de <https://portal.ingenieria.usac.edu.gt/index.php/antecedentes>.
11. Fraume, J. (2006). *Abecedario Ecológico*. Colombia: Editorial Grania.
12. Gómez, M. (2019). *La gestión integrada de residuos y desechos sólidos como estrategia para la prevención de impactos ambientales negativos en el casco urbano de Chicacao, Suchitepéquez* (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
13. González, M. (2018). *Manejo de desechos sólidos en la Escuela Oficial Urbana Mixta 824 y 825, ciudad Peronia, Villa Nueva, Guatemala* (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

14. González, A. (2012). *Desarrollo de una propuesta de Sistema de Gestión Ambiental de acuerdo a la Norma ISO 14001:2004 como herramienta de educación ambiental en el Laboratorio de FisicoQuímica de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala* (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
15. Guevara, F. (2006). *Gestión de los Residuos Peligrosos en el Perú*. Perú: Agencia de Cooperación Internacional del Japón.
16. Henry, G. y Heinke, W. (1999). *Ingeniería Ambiental*. México: Prentice Hall.
17. Hontoria, E. y Zamorano, M. (marzo, 2000). *Fundamento del manejo de los residuos urbanos. Colección Senior, 24, 223-268*.
18. Imeri, F. (2019). *Caracterización de residuos y desechos sólidos a nivel domiciliar del municipio de Santa Clara la Laguna, Sololá* (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
19. Mérida, G. (2018). *Manejo de los residuos y desechos sólidos generados en la zona 2 del municipio de Chimaltenango, departamento de Chimaltenango* (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
20. Mijangos, N. (2002). *Manejo integral de desechos sólidos del complejo de parques del Instituto de Recreación de los Trabajadores de la Empresa Privada de Guatemala (IRTRA): Acuático Xocomil*,

*Vacacional Tzapotitlán y Temático Xetulul* (Tesis de maestría).  
Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala.

21. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales -MARN-. (2018). *Guía para la identificación Gráfica de los Residuos Sólidos Comunes*. Guatemala: Artes Litográficas, S. A.
22. Molina, J. (2018). *Manejo de residuos y desechos sólidos generados en comunidad "La Reina", aldea El Rodeo, Escuintla* (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
23. Molina, M. (2018). *Diseño del manejo integral de residuos y desechos sólidos generados a partir de eventos masivos deportivos en el estadio Cementos Progreso* (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
24. ONUDI, O. d. (2007). *Guía para la Gestión Integral de los Desechos Sólidos Urbanos*. Austria: Autor.
25. Organización Panamericana de la Salud - OPS. (2005). *Área de Desarrollo Sostenible y Salud Ambiental*. Estados Unidos: Autor.
26. Ramos, H. (2018). *Gestión de los desechos sólidos en la cabecera municipal de Tejutla, departamento de San Marcos* (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
27. Ríos, A. (2009). *Gestión Integral de los Residuos Sólidos urbanos*. México, D.F.: AIDIS.

28. Rodríguez, E. (2013). *Manual de Organización de la Escuela de Ingeniería Química*. Guatemala: Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.
29. Roldan, R. (3 de septiembre de 2009). *Proyecto programa de recolección selectiva de residuos y formación de segregadores de mercado de Lima*. [Mensaje de blog]. Recuperado de <https://escuelaverde.wordpress.com/2009/>.
30. Rondón, E. (2016). *Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios*. Santiago, Chile: Naciones Unidas.
31. Ruíz, A. (2005). *Guía para la implementación del programa piloto de reaprovechamiento de residuos sólidos*. Perú: CONAM.
32. Tchobanoglous, G. (1994). *Gestión integral de residuos sólidos*. España: McGraw-Hill.
33. Venemedia. (14 de abril de 2016). *Desechos Sólidos*. [Mensaje de blog]. Recuperado de <http://conceptodefinicion.de/desechos/solidos>
34. Vides, K. (2013). *Evaluación y propuesta del manejo de desechos sólidos domiciliarios en Comunidad Agraria Chicolá, San Pablo Jocopilas, Suchitepéquez* (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

35. Villela, C. (2019). *Optimización de los recursos ambiental-energéticos en el laboratorio de Físicoquímica utilizando un círculo de producción ecológica (CPE) en el área de físicoquímica, FIUSAC* (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

## APENDICE

Apéndice 1. **Propuesta de capacitación sobre la clasificación de los desechos, como parte del numeral 4.3.2.1.2 de elaboración propia**

**Tema:**  
**¿ Porqué es importante clasificar los desechos?**

**¿ Porqué es importante clasificar los desechos?**



30 mil toneladas diarias llegan a los barrancos, ríos y terrenos baldíos



La mayor parte de los desechos son reciclables y que el problema está en que al mezclarlos, se convierten en basura.

Continuación del apéndice 1.

### Tipos de desechos:

Según su composición, se clasifica en:

#### DESECHO ORGANICO:

De origen biológico, que alguna vez estuvo vivo o fue parte de un ser vivo como ramas, cáscaras, frutas, huesos y sobras de comida.



### Tipos de desechos:

Según su composición, se clasifica en:

#### DESECHO INORGÁNICOS:

De origen no biológico, es decir, de origen industrial o de algún otro proceso no natural como plástico, vidrio, latas, telas sintéticas, etc.



Continuación del apéndice 1.

### Utilización de los recipientes

#### Papelero de oficina o cubículo



Hojas de papel sin grapas  
Sobres manila (sin tape / sin grapas)  
Folders (sin gancho / sin grapas)  
Cartulinas - cartón (sin comida)

### Utilización de los recipientes

#### Orgánicos



Residuos de comida, frutas, legumbres, etc.

#### Papel



Cartón, cartulina, sobres, folders sin gancho y hojas de papel sin grapas.

### Utilización de los recipientes

#### Plásticos y duroport



Bolsas, tapaderas, y frascos plásticos  
Botellas pet o policarbonato.

#### Latas y multicapas



Aluminio, vidrio, ganchos y grapas, multicapas (tetra-pak)

Continuación del apéndice 1.

**Utilización de los recipientes**

<div style="background-color: black; color: white; padding: 2px; font-size: 8px; font-weight: bold;">Papelerero de la oficina o cubículo</div>  <p style="font-size: 8px;">Cartón, cartulina, sobres, folders sin gancho y hojas de papel sin grapas.</p>	<div style="background-color: green; color: white; padding: 2px; font-size: 8px; font-weight: bold;">Orgánicos</div>  <p style="font-size: 8px;">Residuos de comida, frutas, legumbres, etc.</p>	<div style="background-color: yellow; color: black; padding: 2px; font-size: 8px; font-weight: bold;">Plásticos y duroport</div>  <p style="font-size: 8px;">Bolsas y tapaderas plásticas, frascos y botellas pet o policarbonato.</p>
<div style="background-color: orange; color: white; padding: 2px; font-size: 8px; font-weight: bold;">Papel</div>  <p style="font-size: 8px;">Cartón, cartulina, sobres, folders sin gancho y hojas de papel sin grapas.</p>	<div style="background-color: blue; color: white; padding: 2px; font-size: 8px; font-weight: bold;">Latas y multicapas</div>  <p style="font-size: 8px;">Aluminio, vidrio, ganchos y grapas, multicapas (tetra pak)</p>	

## Que se puede obtener con plástico reciclado

<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Zapatos Tenis</li> <li>▫ Lentes de Sol</li> <li>▫ Envases para productos de limpieza</li> <li>▫ Bloques para la construcción de muros y paredes</li> <li>▫ Trajes de baño</li> <li>▫ Mochilas</li> </ul>	     
---	---

# USOS

Continuación del apéndice 1.

## MALOS USOS



## IMPACTO!!!!



## IMPACTO!!!!



Continuación del apéndice 1.

**IMPACTO!!!!**



**IMPACTO!!!!**



**IMPACTO!!!!**



Continuación del apéndice 1.

**IMPACTO!!!!**



**IMPACTO!!!!**



Amatitlán

**IMPACTO!!!!**



Atitlán

Continuación del apéndice 1.

## IMPACTO!!!!



Izabal

## IMPACTO!!!!



Petén

## IMPACTO!!!!

- El plástico en grandes volúmenes podría provocar incendios y emanaciones de gases altamente peligrosas a la salud.
- Las sustancias químicas del plástico contaminan el suelo y los mantos acuíferos.
- La mayoría de los plásticos son derivados del combustible fósiles.
- **El plástico tarda aproximadamente 100 a 1000 años en degradarse.**

Fuente: elaboración propia.

# ANEXOS

## Anexo 1. Hoja de datos de seguridad del ácido acetilsalicílico

### Fichas Internacionales de Seguridad Química

#### ACIDO o-ACETILSALICILICO

ICSC: 0822

 <p style="text-align: center;"> <b>ACIDO o-ACETILSALICILICO</b>                  Acido 2-acetoxibenzoico                  Acido acetilsalicílico                  Aspirina  <math>C_9H_8O_4</math>                  Masa molecular: 180.15             </p> <p>                 N° CAS 50-78-2                  N° RTECS VO0700000                  N° ICSC 0822                  N° NU 2811             </p> 			
TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCION	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS
<b>INCENDIO</b>	Combustible.	Evitar llama abierta.	Polvo, pulverización con agua, espuma, dióxido de carbono.
<b>EXPLOSION</b>	Las partículas finamente dispersas forman mezclas explosivas en el aire.	Evitar el depósito de polvo. Sistema cerrado, equipo eléctrico y de alumbrado a prueba de explosión de polvos.	
<b>EXPOSICION</b>		¡EVITAR LA DISPERSION DEL POLVO!	
• <b>INHALACION</b>	Tos, pesadez.	Ventilación.	Aire limpio, reposo, respiración artificial si estuviera indicada y someter a atención médica.
• <b>PIEL</b>	Enrojecimiento.	Guantes protectores.	Aclarar la piel con agua abundante o ducharse y solicitar atención médica.
• <b>OJOS</b>	Enrojecimiento.	Gafas ajustadas de seguridad.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad). Después, consultar a un médico.
• <b>INGESTION</b>		No comer, beber ni fumar durante el trabajo.	Enjuagar la boca y someter a atención médica.
DERRAMAS Y FUGAS	ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO	
NO verter en el alcantarillado. Barrer la sustancia derramada e introducirla en un recipiente, eliminar el residuo con agua abundante y trasladarlo a continuación a un lugar seguro. (Protección personal adicional: equipo autónomo de respiración).	Separado de alimentos y piensos, oxidantes fuertes, bases fuertes, ácidos fuertes. Herméticamente cerrado. Mantener en lugar fresco, seco y bien ventilado.	NO transportar con alimentos y piensos. Clasificación de Peligros NU: 6.1 Grupo de Envasado NU: III	
VEASE AL DORSO INFORMACION IMPORTANTE			
<b>ICSC: 0822</b>	Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión de las Comunidades Europeas © CCE, IPCS, 1994		

Continuación del anexo 1.

## Fichas Internacionales de Seguridad Química

### ACIDO o-ACETILSALICILICO

ICSC: 0822

<b>D A T O S  I M P O R T A N T E S</b>	<b>ESTADO FISICO; ASPECTO</b> Cristales, entre incoloros y blancos, o polvo. Adquiere olor a ácido acético por exposición a la humedad ambiental.	<b>VIAS DE EXPOSICION</b> La sustancia se puede absorber por inhalación y por ingestión.
	<b>PELIGROS FISICOS</b> Es posible la explosión del polvo si se encuentra mezclado con el aire en forma pulverulenta o granular.	<b>RIESGO DE INHALACION</b> La evaporación a 20°C es despreciable; sin embargo se puede alcanzar rápidamente una concentración molesta de partículas en el aire.
	<b>PELIGROS QUIMICOS</b> La sustancia se descompone en contacto con agua caliente o cuando es disuelta en soluciones de carbonatos e hidróxidos alcalinos. Durante un calentamiento intenso se producen humos tóxicos. Reacciona con oxidantes fuertes, ácidos fuertes, bases fuertes.	<b>EFFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION</b> La sustancia irrita los ojos, la piel y el tracto respiratorio. La exposición puede producir pérdida de conocimiento.
	<b>LIMITES DE EXPOSICION</b> TLV (como TWA): 5 mg/m <sup>3</sup> (ACGIH 1990-1991). MAK no establecido.	<b>EFFECTOS DE EXPOSICION PROLONGADA O REPETIDA</b> La sustancia puede tener efectos sobre el hígado, riñones, vejiga, tracto gastrointestinal, sistema cardiovascular y sistema nervioso central. La sustancia produce efectos sobre el tracto respiratorio, dando lugar a reacciones alérgicas y asmáticas. La experimentación animal muestra que esta sustancia puede causar toxicidad en la reproducción en humanos.
<b>PROPIEDADES FISICAS</b>	Punto de fusión: 135°C Densidad relativa (agua = 1): 1.40	Solubilidad en agua: escasa (0.25 g/100 ml a 15°C)
<b>DATOS AMBIENTALES</b>	Esta sustancia puede ser peligrosa para el ambiente. Debería prestarse atención especial al agua.	
<b>NOTAS</b>		
<b>INFORMACION ADICIONAL</b>		
FISQ: 2-008 ACIDO o-ACETILSALICILICO		
ICSC: 0822		<b>ACIDO o-ACETILSALICILICO</b>
© CCE, IPCS, 1994		
<b>NOTA LEGAL IMPORTANTE:</b>	Ni la CCE ni la IPCS ni sus representantes son responsables del posible uso de esta información. Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. La versión española incluye el etiquetado asignado por la clasificación europea, actualizado a la vigésima adaptación de la Directiva 67/548/CEE traspuesta a la legislación española por el Real Decreto 363/95 (BOE 5.6.95).	

© INSHT

Fuente: Laboratorio central – Insumos, Recuperado de: <http://www.insumos-labcentral.unlu.edu.ar/sites/www.insumos-labcentral.unlu.edu.ar/files/site/Acetilsalic%20ADlico%20C3%81cido%20%28Aspirina%29.pdf>, Consulta: mayo 2022.

## Anexo 2. Hoja de datos de seguridad del Agar-agar

		FICHA TÉCNICA <b>AGAR-AGAR EN POLVO</b>		Revisión 07 04.09.2017
<b>1. FABRICANTE</b>				
Razón Social	PORTO-MUIÑOS, S.L.			
Dirección	Pol. Ind. O Acevedo, parcela 14. 15185 - Cerceda (A Coruña)			
Teléfono	+(34) 981 688 030			
Página web	www.portomuinos.com			
Persona de contacto	Rosa María Mirás Antel			
Cargo	Gerente			
e-mail	info@portomuinos.com			
Nº RGSEAA	21.17543/C			
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO</b>				
El agar es un polisacárido coloidal hidrófilo de origen vegetal. Se extrae de determinadas cepas de algas rojas marinas de las familias <i>Gelidiaceae</i> y <i>Gracilariaceae</i> . Gelificante, espesante natural y estabilizante en aplicaciones alimentarias.				
<b>3. DENOMINACIÓN - PRESENTACIÓN</b>				
Producto	Agar Agar en polvo			
Marca	PORTO-MUIÑOS			
<b>FORMATO PESO NETO</b>	<b>GTIN-13</b>	<b>Ud. / Caja</b>	<b>ENVASE (Especificaciones del proveedor)</b>	
<b>Granel</b>	8437001476565	--	De materiales de uso alimentario. No contiene Bisfenol A	
<b>100 g</b>	8437001471348	8	(bote litografiado)	
<b>200 g</b>	8437001476510	5	(PET)	
	8437001471829	6		
<b>4. INGREDIENTES</b>				
Agar-agar (E-406).				
<b>5. CODIFICACIÓN</b>				
En cada envase podemos encontrar la siguiente información:				
<ul style="list-style-type: none"> <li>- LOTE: Código interno y fecha de envasado.</li> <li>- Fecha de consumo preferente: 4 años desde la fecha de fabricación.</li> </ul>				
<b>6. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Sabor y aroma:</b> Prácticamente insípido e inodoro.</li> <li>- <b>Solubilidad:</b> Soluble en agua en ebullición. Insoluble en agua fría.</li> <li>- <b>Color:</b> Amarillo pálido a blanco</li> <li>- <b>Apariencia:</b> En Polvo</li> </ul>				
<b>7. CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS</b>				
	<b>Agente</b>	<b>Tolerancia</b>		
	Recuento total de bacterias	< 5000 ufc/g		
	Mohos y levaduras	< 300 ufc/g		
	<i>Escherichia coli</i>	Ausencia en 5 g		
	<i>Salmonella</i>	Ausencia en 5 g		

Continuación del anexo 2.

		FICHA TÉCNICA <b>AGAR-AGAR EN POLVO</b>	Revisión 07 04.09.2017								
<b>8. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS</b>											
	<b>Parámetro</b>	<b>Tolerancia</b>									
	Cadmio (mg/kg)	< 1									
	Plomo (mg/kg)	< 5									
	Mercurio (mg/kg)	< 1									
	Arsénico (mg/kg)	< 3									
	Humedad (%)	<22									
<b>9. ALMACENAMIENTO Y MODO DE EMPLEO</b>											
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Conservar</b> herméticamente en un lugar fresco (entre 2 y 30°C) y seco. Preservar de la luz solar directa y contacto directo con el suelo. Una vez abierto conservar en un lugar seco y consumir antes de la fecha de consumo preferente.</li> <li>- <b>Intención de uso:</b> Se utiliza como agente gelificante, espesante y estabilizante. Necesita preparación previa, tres pasos son necesarios: dispersión, hidratación y disolución. Dispersar el polvo de Agar Agar en agua con fuerte agitación. Calentar hasta ebullición y agitar para su total disolución. Dejar enfriar. La gelatina de Agar agar mantiene su textura a temperatura ambiente.                             <table style="margin-left: 20px; border: none;"> <tr> <td>Textura muy blanda</td> <td>0,8 g / 500 ml</td> </tr> <tr> <td>Textura blanda</td> <td>1,5 g / 500 ml</td> </tr> <tr> <td>Textura dura</td> <td>5 g / 500 ml</td> </tr> <tr> <td>Textura muy dura</td> <td>7 g / 500 ml</td> </tr> </table> </li> </ul> <p>Resultados basados sobre pruebas realizadas por PORTO-MUIÑOS. Recomendamos que cada usuario realice sus propias pruebas y compruebe sus resultados particulares.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Intención de consumo:</b> Público en general excepto lactantes y niños de corta edad.</li> <li>- <b>Destino final:</b> Supermercados, tiendas de alimentación especializadas, tiendas gourmet, etc. nacional e internacional.</li> </ul>				Textura muy blanda	0,8 g / 500 ml	Textura blanda	1,5 g / 500 ml	Textura dura	5 g / 500 ml	Textura muy dura	7 g / 500 ml
Textura muy blanda	0,8 g / 500 ml										
Textura blanda	1,5 g / 500 ml										
Textura dura	5 g / 500 ml										
Textura muy dura	7 g / 500 ml										
<b>10. GARANTÍAS</b>											
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reglamentos CE 1829/2003 y 1830/2003 sobre alimentos y piensos modificados genéticamente, su trazabilidad y etiquetado.</li> <li>- RD 348/2001, por el que se regula la elaboración, comercialización e importación de productos alimenticios e ingredientes alimentarios tratados con radiaciones ionizantes.</li> <li>- Reglamento 1881/2006, y sus modificaciones, sobre contaminantes en los productos alimenticios.</li> <li>- Reglamento 1441/2007 que modifica al 2073/2005 relativo a los criterios microbiológicos aplicables a los productos alimenticios</li> <li>- Reglamento 1169/2011 sobre la información alimentaria facilitada al consumidor.</li> <li>- Reglamento 1379/2013, Organización común de mercados en el sector de productos de la pesca y de la acuicultura.</li> <li>- Reglamento (CE) 1935/2004 y Reglamento (CE) 202/2014, que modifica al 10/2011 sobre materiales y objetos destinados a entrar en contacto con alimentos.</li> <li>- Reglamento 231/2012 Especificaciones para aditivos alimentarios</li> </ul>											
<b>11. INGREDIENTES ALÉRGICOS</b>											
	<b>ALÉRGICOS (Según Reglamento (UE) nº 1169/2011)</b>	<b>Utilizado como ingrediente</b>									
	Cereales que contienen gluten y productos derivados	NO									
	Crustáceos y productos a base de crustáceos	NO									
	Moluscos y productos a base de moluscos	NO									
	Pescado y productos a base de pescado	NO									
	Huevos y productos a base de huevo	NO									
	Leche y sus derivados (incluida la lactosa)	NO									
	Cacahuets y productos a base de cacahuets	NO									
	Soja y productos a base de soja	NO									
	Frutos de cáscara y derivados	NO									
	Apio y productos derivados	NO									
	Mostaza y productos derivados	NO									
	Granos de sésamo y productos a base de granos de sésamo	NO									
	Altramuces y productos a base de altramuces	NO									
	Dióxido de azufre y sulfitos en concentraciones superiores a 10 mg / Kg o 10 mg / l expresado en SO <sub>2</sub>	NO									

Fuente: Tenda Ecolóxica Equilibrio, S.L., Recuperado de:  
<https://www.tendaecoloxica.com/pdf/690563.pdf>, Consulta: mayo 2022.

### Anexo 3. Hoja de datos de seguridad del Amarillo martius

 <p><b>SANTA CRUZ</b> BIOTECHNOLOGY <i>The Power to Question</i></p>	<h2>FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD</h2> <p>Santa Cruz Biotechnology, Inc. Fecha de revisión 16-nov-2018 Versión 1.1</p>	
<b>Sección 1: IDENTIFICACIÓN DE LA SUSTANCIA O LA MEZCLA Y DE LA SOCIEDAD O LA EMPRESA</b>		
<b>1.1 Identificador del producto</b> Nombre del producto Código del producto Nº CE Nº CAS Sinónimos  Sustancia/mezcla pura Contiene Martius Yellow	Martius yellow SC-218673 210-093-1 605-69-6 2,4-Dinitro-1-naphthol: Golden yellow; Saffron Yellow; Martinsgelb; Manchester Yellow; Naphthylene Yellow; Zlut naftolova Sustancia	
<b>1.2. Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados</b> Solo para investigación. No destinado para diagnosis o uso terapéutico.		
<b>1.3. Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad</b>  Santa Cruz Biotechnology, Inc. 10410 Finnell Street Dallas, TX 75220 831.457.3800 800.457.3801 scbt@scbt.com		Santa Cruz Biotechnology, Inc. Bergheimer Str. 89-2 69115 Heidelberg, Germany +49.6221.4503 0 +1.800.457.3801 europe@scbt.com
<b>1.4. Teléfono de emergencia</b> Chemtrec 1.800.424.9300 (Within USA) +1.703.527.3887 (Outside USA)		
<b>Sección 2: IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS</b>		
<b>2.1. Clasificación de la sustancia o de la mezcla</b> <i>Reglamento (CE) Nº 1272/2008</i> Lesiones oculares graves o irritación ocular Toxicidad específica en determinados órganos (exposición única)	Categoría 2 - (H319) Categoría 3 - (H335)	
<b>2.2. Elementos de la etiqueta</b> Contiene Martius Yellow Palabras de advertencia Símbolos/Pictogramas	ATENCIÓN 	
Indicaciones de peligro	H319 - Provoca irritación ocular grave H335 - Puede irritar las vías respiratorias	
consejos de prudencia	P264 - Lavarse concienzudamente la cara, las manos y las áreas de la piel expuestas tras su manipulación P280 - Llevar guantes/prendas/gafas/máscara de protección P305 + P351 + P338 - EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto, si lleva y resulta fácil.	
Santa Cruz Biotechnology, Inc. <a href="http://www.scbt.com">www.scbt.com</a>		
1 / 7		

## Continuación del anexo 3.

SC-218673 - Martius yellow		Fecha de revisión 16-nov-2018										
<p>Seguir aclarando            P337 + P313 - Si persiste la irritación ocular: Consultar a un médico            P261 - Evitar respirar el polvo/el humo/el gas/la niebla/los vapores/el aerosol            P271 - Utilizar únicamente en exteriores o en un lugar bien ventilado            P304 + P340 - IF INHALED: Remove person to fresh air and keep comfortable for breathing            P312 - Llamar a un CENTRO DE INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA o a un médico en caso de malestar            P403 + P233 - Almacenar en un lugar bien ventilado. Mantener el recipiente cerrado herméticamente            P405 - Guardar bajo llave            P501 - Eliminar el contenido/el recipiente en una planta de eliminación de residuos autorizada</p>												
<b>2.3. Otros peligros</b> Riesgos generales	No es aplicable											
<b>Sección 3: COMPOSICIÓN/INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES</b>												
Peso molecular	234.17											
Fórmula	C <sub>10</sub> H <sub>6</sub> N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>											
<b>3.1 Sustancias</b>												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Chemical name</th> <th>Nº CE</th> <th>CAS No.</th> <th>Weight-%</th> <th>Clasificación conforme al Reglamento (CE) Nº 1272/2008 [CLP]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Martius Yellow</td> <td>Present</td> <td>605-69-6</td> <td>100</td> <td>Skin Irrit. 2 (H315) Eye Irrit. 2 (H319) STOT SE 3 (H335)</td> </tr> </tbody> </table>			Chemical name	Nº CE	CAS No.	Weight-%	Clasificación conforme al Reglamento (CE) Nº 1272/2008 [CLP]	Martius Yellow	Present	605-69-6	100	Skin Irrit. 2 (H315) Eye Irrit. 2 (H319) STOT SE 3 (H335)
Chemical name	Nº CE	CAS No.	Weight-%	Clasificación conforme al Reglamento (CE) Nº 1272/2008 [CLP]								
Martius Yellow	Present	605-69-6	100	Skin Irrit. 2 (H315) Eye Irrit. 2 (H319) STOT SE 3 (H335)								
<i>Texto completo de las frases H y EUH: ver la sección 16</i>												
<b>Sección 4: PRIMEROS AUXILIOS</b>												
<b>4.1. Descripción de los primeros auxilios</b>												
Consejo general	Si persisten los síntomas, llamar a un médico. No respirar el polvo/el humo/el gas/la niebla/los vapores/el aerosol. Evitar el contacto con los ojos, la piel o la ropa.											
Inhalación	Transportar a la víctima al exterior. Llamar a un médico. Si la respiración es irregular o no hay respiración, administrar respiración artificial. Evitar el contacto directo con la piel. Utilizar medios de barrera para practicar la reanimación boca a boca. Puede ser necesario el uso de respiración artificial u oxígeno. No se necesita atención médica inmediata. Trasladarse al exterior en caso de inhalar los vapores accidentalmente. Si persisten los síntomas, llamar a un médico.											
Contacto con la piel	Consultar a un médico si fuera necesario. Lavar inmediatamente con jabón y abundante agua y quitarse la ropa y el calzado contaminados. Lavar las prendas contaminadas antes de volver a usarlas. Lavar inmediatamente con abundante agua. Si persiste la irritación cutánea, llamar a un médico. No se necesita atención médica inmediata.											
Contacto con los ojos	Lavar inmediatamente con abundante agua. Después del lavado inicial, quitar las lentillas de contacto si las hubiera y volver a lavar durante al menos 15 minutos. Mantener el ojo bien abierto durante el enjuague. Si persisten los síntomas, llamar a un médico.											
Ingestión	Enjuagarse la boca. Beber abundante agua. Si persisten los síntomas, llamar a un médico. NO provocar el vómito. Limpiar la boca con agua y beber a continuación abundante agua. Nunca dar nada por boca a una persona inconsciente. Llamar a un médico.											
Equipo de protección para el personal de primeros auxilios	Utilizar el equipo de protección individual obligatorio.											
<b>4.2. Principales síntomas y efectos, agudos y retardados</b>												
Santa Cruz Biotechnology, Inc. www.scbt.com												
		2 / 7										

## Continuación del anexo 3.

SC-218673 - Martius yellow		Fecha de revisión 16-nov-2018
Síntomas	No hay información disponible.	
<b>4.3. Indicación de toda atención médica y de los tratamientos especiales que deban dispensarse inmediatamente</b>		
Nota para el personal médico	Tratar los síntomas.	
<b>Sección 5: MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS</b>		
<b>5.1 Medios de extinción</b>		
Medios de extinción apropiados	Utilizar medidas de extinción adecuadas a las circunstancias locales y al entorno.	
<b>5.2. Peligros específicos derivados de la sustancia o la mezcla</b>		
Peligros específicos que presenta el producto químico	No hay información disponible	
Productos de combustión peligrosos	Óxidos de carbono. Óxidos de nitrógeno (NOx).	
<b>5.3. Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios</b>		
Equipo de protección especial para el personal de lucha contra incendios	Como en cualquier incendio, llevar un aparato de respiración autónomo de presión a demanda MSHA/NIOSH (aprobado o equivalente) y todo el equipo de protección necesario.	
<b>Sección 6: MEDIDAS EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL</b>		
<b>6.1. Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia</b>		
Precauciones individuales	Utilizar el equipo de protección individual obligatorio. Evacuar al personal a zonas seguras. Mantener alejadas a las personas y en dirección contraria al viento en una fuga o vertido.	
Para el personal de emergencia	Utilizar las medidas de protección personal recomendadas en la sección 8.	
<b>6.2. Precauciones relativas al medio ambiente</b>		
Precauciones relativas al medio ambiente	Impedir su introducción en cursos de agua, alcantarillas, sótanos o zonas confinadas. No arrojar a las aguas superficiales ni al sistema de alcantarillado. Prevenir más fugas o vertidos si se puede hacer de forma segura. Prevenir la penetración del producto en desagües. Para obtener más información ecológica, ver el apartado 12.	
<b>6.3. Métodos y material de contención y de limpieza</b>		
Métodos de contención	Prevenir más fugas o vertidos si se puede hacer de forma segura.	
Métodos de limpieza	Utilizar el equipo de protección individual obligatorio. Cubrir los derrames de polvo con una lámina de plástico o una lona para minimizar su expansión y mantener el polvo seco. Recoger por medios mecánicos y depositar en recipientes apropiados para su eliminación. Evitar la generación de polvo. Limpiar concienzudamente la superficie contaminada. Absorber con material absorbente inerte. Contener. Recoger y transferir a contenedores etiquetados de forma apropiada. Barrer y recoger en contenedores apropiados para su eliminación. Después de limpiar, eliminar los restos con agua. Evítese la acumulación de cargas electroestáticas.	
<b>6.4. Referencia a otras secciones</b>		
Ver la Sección 12: INFORMACIÓN ECOLÓGICA.		
<b>Sección 7: MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO</b>		
<b>7.1 Precauciones para una manipulación segura</b>		
Recomendaciones para una manipulación sin peligro	Evitar el contacto con la piel, los ojos o la ropa. Utilizar el equipo de protección individual obligatorio. Lavar las prendas contaminadas antes de volver a usarlas. No respirar el polvo/el humo/el gas/la niebla/los vapores/el aerosol. No comer, beber ni fumar durante su utilización. Utilizar con ventilación por extracción local.	
Consideraciones generales sobre higiene	No comer, ni beber, ni fumar durante su utilización. Se recomienda realizar una limpieza periódica de los equipos así como la zona y la indumentaria de trabajo.	
Santa Cruz Biotechnology, Inc. www.scbt.com		3 / 7

Continuación del anexo 3.

SC-218673 - Martius yellow			Fecha de revisión 16-nov-2018
<b>7.2 Condiciones de almacenamiento seguro, incluidas posibles incompatibilidades</b>			
Condiciones de almacenamiento	Mantener el contenedor perfectamente cerrado y en un lugar seco y bien ventilado. Manténgase fuera del alcance de los niños. Mantener los contenedores perfectamente cerrados en un lugar fresco y bien ventilado. Mantener en contenedores etiquetados adecuadamente.		
<b>7.3. Usos específicos finales</b>			
Medidas de gestión de riesgos (MGR)	La información requerida se encuentra en esta ficha de datos de seguridad.		
<b>Sección 8: CONTROLES DE EXPOSICIÓN/PROTECCIÓN INDIVIDUAL</b>			
<b>8.1. Parámetros de control</b>			
Límites de exposición	Este producto, tal y como se ha suministrado, no contiene ningún material peligroso con límites de exposición laboral establecidos por las organismos reguladores específicos de la región.		
Nivel sin efecto derivado (DNEL)	No hay información disponible		
Concentración prevista sin efecto (PNEC)	No hay información disponible.		
<b>8.2. Controles de la exposición</b>			
Controles técnicos	Duchas Estaciones de lavado de ojos Sistemas de ventilación		
Protección ocular y de la cara:	Gafas de seguridad bien ajustadas. Escudo de protección facial.		
Protección de la piel y el cuerpo	Ropa de protección adecuada. Delantal. Guantes de plástico o de caucho.		
Protección respiratoria	Si se superan los límites de exposición o se experimenta irritación, debe llevarse una protección respiratoria aprobada por NIOSH/MSHA. Pueden ser necesarias máscaras de presión positiva si existen concentraciones elevadas de contaminantes en aire. Debe suministrarse una protección respiratoria de acuerdo con las normativas locales en vigor.		
Controles de exposición medioambiental	No permitir que se introduzca en ningún tipo de alcantarilla, en el terreno ni en ningún cuerpo de agua.		
<b>Sección 9: PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS</b>			
Estado físico	sólido		
Aspecto	cristalino polvo		
Olor	No hay información disponible		
<b>Propiedad</b>	<b>Valores</b>		
pH	No hay información disponible		
Punto de fusión/punto de congelación	130 °C		
Punto de ebullición	407.9 °C		
Punto de inflamación	179.8 °C		
Liquid Density	1.60 g/cm <sup>3</sup>		
Tasa de evaporación	No hay información disponible		
Límites de inflamabilidad superiores	No hay información disponible		
Límite inferior de inflamabilidad	No hay información disponible		
Presión de vapor	Negligible		
<b>mmHg</b>			
Densidad de vapor	1		
Densidad relativa	No hay información disponible		
Solubilidad en el agua	No hay información disponible		
Solubilidad en otros disolventes	No hay información disponible		
Coefficiente de partición	2.90		
Temperatura de autoignición	No hay información disponible		
Temperatura de descomposición	No hay información disponible		
Viscosidad cinemática	No hay información disponible		
Propiedades explosivas	No hay información disponible		
Propiedades comburentes	No hay información disponible		
Santa Cruz Biotechnology, Inc. www.scbt.com		4 / 7	

## Continuación del anexo 3.

SC-218673 - Martius yellow		Fecha de revisión 16-nov-2018
<hr/>		
<b>Sección 10: ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD</b>		
<hr/>		
<b>10.1. Reactividad</b>		
Reactividad	No es aplicable	
<b>10.2. Estabilidad química</b>		
Estabilidad	Estable en las condiciones de almacenamiento recomendadas.	
Sensibilidad a impactos mecánicos	No hay información disponible.	
Sensibilidad a descargas estáticas	No hay información disponible.	
<b>10.3. Posibilidad de reacciones peligrosas</b>		
Polimerización peligrosa	No hay información disponible.	
Posibilidad de reacciones peligrosas	Ninguno durante un proceso normal.	
<b>10.4. Condiciones que deben evitarse</b>		
Condiciones que deben evitarse	Límites de temperatura y exposición a la luz solar directa.	
<b>10.5. Materiales incompatibles</b>		
Materiales incompatibles	Agentes oxidantes fuertes.	
<b>10.6. Productos de descomposición peligrosos</b>		
Productos de descomposición peligrosos	Óxidos de carbono. Óxidos de nitrógeno (NOx).	
<b>Sección 11: INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA</b>		
<hr/>		
<b>11.1. Información sobre los efectos toxicológicos</b>		
<b>Toxicidad aguda</b>		
Información del producto	El producto no presenta riesgo de toxicidad aguda según la información conocida o suministrada.	
Toxicidad aguda desconocida	0% de la mezcla consiste en uno o varios componentes de toxicidad desconocida.	
<b>Sección 12: INFORMACIÓN ECOLÓGICA</b>		
<hr/>		
<b>12.1. Toxicidad</b>		
Ecotoxicidad	Puede ser nocivo para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.	
Toxicidad acuática desconocida	Un 100% de la mezcla está formado por componente(s) de riesgos desconocidos para los organismos acuáticos.	
<b>12.2. Persistencia y degradabilidad</b>		
Persistencia y degradabilidad	No hay información disponible.	
<b>12.3. Potencial de bioacumulación</b>		
Bioacumulación	No hay información disponible.	
<b>12.4. Movilidad en el suelo</b>		
Movilidad	No hay información disponible.	
<b>12.5. Resultados de la valoración PBT y mPmB</b>		
Santa Cruz Biotechnology, Inc. <a href="http://www.scbt.com">www.scbt.com</a>		
		5 / 7

Continuación del anexo 3.

SC-218673 - Martius yellow			Fecha de revisión 16-nov-2018							
Evaluación PBT y mPmB	No hay información disponible.									
<b>12.6. Otros efectos adversos</b>	<b>12.6. Otros efectos adversos</b>									
Otros efectos adversos	No hay información disponible									
<b>Sección 13: CONSIDERACIONES RELATIVAS A LA ELIMINACIÓN</b>										
<b>13.1. Métodos para el tratamiento de residuos</b>										
Restos de residuos/productos sin usar	La eliminación debe realizarse conforme a las leyes y normativas regionales, nacionales y locales aplicables.									
Embalaje contaminado	No reutilizar el recipiente.									
Otra Información	El usuario debe asignar códigos de residuos basándose en la aplicación para la que se utilizó el producto.									
<b>Sección 14. INFORMACIÓN RELATIVA AL TRANSPORTE</b>										
	<u>RID / ADR</u>	<u>IMDG</u>	<u>OACI (aéreo) / IATA</u>							
	No regulado	No regulado	No regulado							
14.1 N° ID/ONU	-	-	-							
14.2 Designación oficial de transporte	-	-	-							
14.3 Clase de peligro	-	-	-							
Clase de peligro subsidiario / Etiquetas	-	-	-							
14.4 Grupo de embalaje	-	-	-							
14.5 14.5 Peligro para el medio ambiente	-	-	-							
14.6 14.6 Disposiciones particulares	-	-	-							
<b>Sección 15: INFORMACIÓN REGLAMENTARIA</b>										
<b>15.1. Reglamentación y legislación en materia de seguridad, salud y medio ambiente específicas para la sustancia o la mezcla</b>										
<b>Reglamentos nacionales</b>										
<b>Unión Europea</b>										
Tome nota de la Directiva 98/24/CE relativa a la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo										
<b>Inventarios internacionales</b>										
<b>Todos los componentes del producto se encuentran en los siguientes inventarios</b>										
TSCA (Estados Unidos): Canadá (DSL/NDSL) Europa (EINECS/ELINCS/NLP) Australia (AICS) China (IECSC)										
<b>Chemical name</b>	<b>TSCA</b>	<b>DSL</b>	<b>NDSL</b>	<b>EINECS</b>	<b>ELINCS</b>	<b>ENCS</b>	<b>IECSC</b>	<b>KECL</b>	<b>PICCS</b>	<b>AICS</b>
Martius Yellow	X	-	X	X	-	-	X	-	-	X
X - Incluido										
TSCA - Ley de control de sustancias tóxicas (Toxic Substances Control Act) estadounidense, apartado 8(b), Inventario										
DSL/NDSL - Lista de sustancias domésticas/no domésticas de Canadá										
EINECS/ELINCS - Inventario Europeo de Sustancias Químicas Existentes/ Lista europea de sustancias químicas notificadas										
ENCS - Sustancias químicas existentes y nuevas de Japón										
IECSC - Inventario de sustancias químicas existentes de China										
KECL - Sustancias químicas existentes y evaluadas de Corea										
PICCS - Inventario de productos químicos y sustancias químicas de Filipinas										
<b>15.2. Evaluación de la seguridad química</b>										
Santa Cruz Biotechnology, Inc. www.scbt.com										6 / 7

### Continuación del anexo 3.

SC-218673 - Martius yellow		Fecha de revisión 16-nov-2018
Informe de seguridad química	No hay información disponible	
<b>Sección 16: OTRA INFORMACIÓN</b>		
Texto completo de las indicaciones H mencionadas en las secciones 2 y 3	H315 - Provoca irritación cutánea H319 - Provoca irritación ocular grave H335 - Puede irritar las vías respiratorias	
Nota de revisión	No hay información disponible.	
<b>Esta ficha de datos de seguridad cumple los requisitos del Reglamento (CE) nº 1907/2006</b>		
<b>Descargo de responsabilidad</b> La información suministrada en esta ficha de datos de seguridad es correcta según los conocimientos, datos y opiniones de que disponemos a día de esta publicación. La información suministrada está diseñada solo como guía de manipulación, uso, procesado, almacenamiento, transporte, eliminación y liberación seguros y no debe considerarse como una garantía o especificación de calidad. La información solo hace referencia al material específico designado y puede no ser válida para dicho material cuando se usa en combinación con cualquier otro material o proceso, a menos que el texto lo especifique.		
<b>Fin de la ficha de datos de seguridad</b>		
Santa Cruz Biotechnology, Inc. <a href="http://www.scbt.com">www.scbt.com</a>		7 / 7

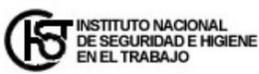
Fuente: Santa Cruz Biotechnology, Inc., 2007. Recuperado de:  
<https://datasheets.scbt.com/sds/eghs/es/sc-218673.pdf>, Consulta: mayo 2022.

## Anexo 4. Hoja de datos de seguridad del Cobre metálico

### Fichas Internacionales de Seguridad Química

**COBRE**

ICSC: 0240

 <p style="text-align: center;"> <b>COBRE</b>                  Cu                  Masa atómica: 63.5             </p> <p>                 N° CAS 7440-50-8                  N° RTECS GL5325000                  N° ICSC 0240             </p>							
TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCION	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS				
<b>INCENDIO</b>	Combustible.	Evitar las llamas.	Agentes especiales, arena seca, NO utilizar otros agentes.				
<b>EXPLOSION</b>							
<b>EXPOSICION</b>		¡EVITAR LA DISPERSION DEL POLVO!					
• <b>INHALACION</b>	Tos, dolor de cabeza, jadeo, dolor de garganta.	Extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo y proporcionar asistencia médica.				
• <b>PIEL</b>	Enrojecimiento.	Guantes protectores.	Quitar las ropas contaminadas, aclarar y lavar la piel con agua y jabón.				
• <b>OJOS</b>	Enrojecimiento, dolor.	Gafas ajustadas de seguridad.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad) y proporcionar asistencia médica.				
• <b>INGESTION</b>	Dolor abdominal, náuseas, vómitos.	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.	Enjuagar la boca y proporcionar asistencia médica.				
DERRAMAS Y FUGAS		ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO				
Barrer la sustancia derramada e introducirla en un recipiente, recoger cuidadosamente el residuo, trasladarlo a continuación a un lugar seguro. (Protección personal adicional: respirador de filtro P2 contra partículas nocivas).		Separado de (véanse Peligros Químicos).					
<b>VEASE AL DORSO INFORMACION IMPORTANTE</b>							
<b>ICSC: 0240</b>		Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión de las Comunidades Europeas © CCE, IPCS, 1994					

### Fichas Internacionales de Seguridad Química

**COBRE**

ICSC: 0240

Continuación del anexo 4.

<b>D A T O S  I M P O R T A N T E S</b>	<p><b>ESTADO FISICO; ASPECTO</b> Polvo rojo, vira a verde por exposición a ambientes húmedos.</p> <p><b>PELIGROS FISICOS</b></p> <p><b>PELIGROS QUIMICOS</b> Se forman compuestos inestables frente al choque con compuestos acetilénicos, óxido de etileno y azidas. Reacciona con oxidantes fuertes tales como cloratos, bromatos e iodatos, originando peligro de explosión.</p> <p><b>LIMITES DE EXPOSICION</b> TLV (como TWA): 0.2 mg/m<sup>3</sup> (humos) (ACGIH 1993-1994). TLV (como TWA): como Cu; 1 mg/m<sup>3</sup> (polvos y nieblas) (ACGIH 1993-1994).</p>	<p><b>VIAS DE EXPOSICION</b> La sustancia se puede absorber por inhalación y por ingestión.</p> <p><b>RIESGO DE INHALACION</b> La evaporación a 20°C es despreciable; sin embargo, se puede alcanzar rápidamente una concentración nociva de partículas en el aire cuando se dispersa.</p> <p><b>EFFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION</b> La inhalación del humo puede originar fiebre de los humos metálicos (véanse Notas).</p> <p><b>EFFECTOS DE EXPOSICION PROLONGADA O REPETIDA</b> El contacto prolongado o repetido puede producir sensibilización de la piel.</p>
	<p><b>PROPIEDADES FISICAS</b></p> <p>Punto de ebullición: 2595°C Punto de fusión: 1083°C</p>	<p>Densidad relativa (agua = 1): 8.9 Solubilidad en agua: Ninguna.</p>
	<p><b>DATOS AMBIENTALES</b></p>	
	<p><b>NOTAS</b></p> <p>Los síntomas de la fiebre de los humos metálicos no se ponen de manifiesto hasta pasadas algunas horas.</p>	
<p><b>INFORMACION ADICIONAL</b></p>		
<p>FISQ: 3-073 COBRE</p>		
<p><b>ICSC: 0240</b></p>	<p><b>COBRE</b></p>	
<p>© CCE, IPCS, 1994</p>		
<p><b>NOTA LEGAL IMPORTANTE:</b></p>	<p>Ni la CCE ni la IPCS ni sus representantes son responsables del posible uso de esta información. Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. La versión española incluye el etiquetado asignado por la clasificación europea, actualizado a la vigésima adaptación de la Directiva 67/548/CEE traspuesta a la legislación española por el Real Decreto 363/95 (BOE 5.6.95).</p>	

© INSHT

Fuente: Laboratorio central – Insumos, Recuperado de: <http://www.insumos-labcentral.unlu.edu.ar/sites/www.insumos-labcentral.unlu.edu.ar/files/site/Cobre%20Metal.pdf>,  
Consulta: mayo 2022.

## Anexo 5. Hoja de datos de seguridad del Nitrato de potasio

### Fichas Internacionales de Seguridad Química

#### NITRATO DE POTASIO

ICSC: 0184

 <p style="text-align: center;"> <b>NITRATO DE POTASIO</b>                  Nitrato potásico  <math>KNO_3</math>                  Masa molecular: 101.1             </p> <p>Nº CAS 7757-79-1                  Nº RTECS TT3700000                  Nº ICSC 0184                  Nº NU 1486</p> 			
TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCION	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS
<b>INCENDIO</b>	No combustible pero facilita la combustión de otras sustancias.	NO poner en contacto con agentes combustibles o reductores.	En caso de incendio en el entorno: están permitidos todos los agentes extintores.
<b>EXPLOSION</b>	Riesgo de incendio y explosión en contacto con agentes reductores.		
<b>EXPOSICION</b>		¡EVITAR LA DISPERSION DEL POLVO!	
• <b>INHALACION</b>	Tos (véase Ingestión).	Extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo y proporcionar asistencia médica.
• <b>PIEL</b>	Enrojecimiento.	Guantes protectores.	Quitar las ropas contaminadas, aclarar y lavar la piel con agua y jabón.
• <b>OJOS</b>	Enrojecimiento, dolor.	Gafas de protección de seguridad.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad) y después proporcionar asistencia médica.
• <b>INGESTION</b>	Dolor abdominal, labios o uñas azuladas, piel azulada, vértigo, dificultad respiratoria.	No comer, ni beber ni fumar durante el trabajo. Lavarse las manos antes de comer.	Enjuagar la boca.
DERRAMAS Y FUGAS	ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO	
Barrer la sustancia derramada e introducirla en un recipiente de plástico o vidrio. Eliminar el residuo con agua abundante.	Separado de sustancias combustibles y reductoras.	Clasificación de Peligros NU: 5.1 Grupo de Envasado NU: III	
VEASE AL DORSO INFORMACION IMPORTANTE			
<b>ICSC: 0184</b>	Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión de las Comunidades Europeas © CCE, IPCS, 1994		

Continuación del anexo 5.

Fichas Internacionales de Seguridad Química

NITRATO DE POTASIO

ICSC: 0184

<b>D A T O S I M P O R T A N T E S</b>	<b>ESTADO FISICO; ASPECTO</b> Polvo cristalino inodoro, entre incoloro y blanco.	<b>VIAS DE EXPOSICION</b> La sustancia se puede absorber por inhalación del aerosol y por ingestión.
	<b>PELIGROS FISICOS</b>  <b>PELIGROS QUIMICOS</b> La sustancia se descompone al calentarla intensamente o al arder produciendo óxidos de nitrógeno y oxígeno, que aumenta el peligro de incendio. La sustancia es un oxidante fuerte y reacciona con materiales combustibles y reductores.	<b>RIESGO DE INHALACION</b> La evaporación a 20°C es despreciable; sin embargo, se puede alcanzar rápidamente una concentración nociva de partículas en el aire cuando se dispersa.
	<b>LIMITES DE EXPOSICION</b> TLV no establecido.	<b>EFFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION</b> La sustancia irrita los ojos, la piel y el tracto respiratorio. La sustancia puede causar efectos en la sangre, dando lugar a la producción de metahemoglobina. Los efectos pueden aparecer de forma no inmediata. Se recomienda vigilancia médica.
		<b>EFFECTOS DE EXPOSICION PROLONGADA O REPETIDA</b>
<b>PROPIEDADES FISICAS</b>	Se descompone por debajo del punto de ebullición a 400°C con formación de oxígeno. Punto de fusión: 333-334°C	Densidad relativa (agua = 1): 2.1 Solubilidad en agua, g/100 ml a 25°C: 35.7
<b>DATOS AMBIENTALES</b>		
<b>NOTAS</b>		
Enjuagar la ropa contaminada con agua abundante (peligro de incendio).		
Código NFPA: H 1; F 0; R 0;		
<b>INFORMACION ADICIONAL</b>		
FISQ: 3-155 NITRATO DE POTASIO		
<b>ICSC: 0184</b>		<b>NITRATO DE POTASIO</b>
© CCE, IPCS, 1994		
<b>NOTA LEGAL IMPORTANTE:</b>	Ni la CCE ni la IPCS ni sus representantes son responsables del posible uso de esta información. Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. La versión española incluye el etiquetado asignado por la clasificación europea, actualizado a la vigésima adaptación de la Directiva 67/548/CEE traspuesta a la legislación española por el Real Decreto 363/95 (BOE 5.6.95).	

© INSHT

Fuente: Laboratorio central – Insumos, Recuperado de: <http://www.insumos-labcentral.unlu.edu.ar/sites/www.insumos-labcentral.unlu.edu.ar/files/site/Potasio%20Nitrato.pdf>,

Consulta: mayo 2022.

## Anexo 6. Hoja de datos de seguridad del Sulfato de cobre

### Fichas Internacionales de Seguridad Química

#### SULFATO DE COBRE (II) (Pentahidratado)

ICSC: 1416

 <p>Sal de cobre (II) pentahidratado del ácido sulfúrico  <math>\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}</math>                  Masa molecular: 249.7</p> <p>Nº CAS 7758-99-8                  Nº RTECS GL8900000                  Nº ICSC 1416                  Nº CE 029-004-00-0</p>			
TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCION	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS
<b>INCENDIO</b>	No combustible. En caso de incendio se desprenden humos (o gases) tóxicos e irritantes.		En caso de incendio en el entorno: están permitidos todos los agentes extintores.
<b>EXPLOSION</b>			
<b>EXPOSICION</b>		¡EVITAR LA DISPERSION DEL POLVO!	
• <b>INHALACION</b>	Tos. Dolor de garganta.	Extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo.
• <b>PIEL</b>	Enrojecimiento. Dolor.	Guantes protectores.	Aclarar la piel con agua abundante o ducharse.
• <b>OJOS</b>	Enrojecimiento. Dolor. Visión borrosa.	Pantalla facial, o protección ocular combinada con la protección respiratoria.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después proporcionar asistencia médica.
• <b>INGESTION</b>	Dolor abdominal. Sensación de quemazón. Diarrea. Náuseas. Shock o colapso. Vómitos.	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo. Lavarse las manos antes de comer.	NO provocar el vómito. Dar a beber agua abundante. Proporcionar asistencia médica.
DERRAMES Y FUGAS		ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO
Barrer la sustancia derramada e introducirla en un recipiente; si fuera necesario, humedecer el polvo para evitar su dispersión. NO permitir que este producto químico se incorpore al ambiente. (Protección personal adicional: respirador de filtro P2 contra partículas nocivas).		Bien cerrado.	NU (transporte): No clasificado. CE: símbolo Xn símbolo N R: 22-36/38-50/53 S: 2-22-60-61
<b>VEASE AL DORSO INFORMACION IMPORTANTE</b>			
ICSC: 1416 <span style="float: right;">Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión Europea © CE, IPCS, 2003</span>			



Continuación del anexo 6.

### Fichas Internacionales de Seguridad Química

#### SULFATO DE COBRE (II) (Pentahidratado)

ICSC: 1416

<b>D A T O S  I M P O R T A N T E S</b>	<b>ESTADO FISICO; ASPECTO</b> Sólido azul en diversas formas.	<b>VIAS DE EXPOSICION</b> La sustancia se puede absorber por inhalación del aerosol y por ingestión.
	<b>PELIGROS QUIMICOS</b> La sustancia se descompone al calentarla intensamente, produciendo humos tóxicos y corrosivos, incluyendo óxidos de azufre. La disolución en agua es un ácido débil. Ataca a muchos metales en presencia de agua.	<b>RIESGO DE INHALACION</b> La evaporación a 20°C es despreciable; sin embargo, se puede alcanzar rápidamente una concentración nociva de partículas en el aire al dispersar, especialmente en estado de polvo.
	<b>LIMITES DE EXPOSICION</b> TLV (como cobre): 1 mg/m <sup>3</sup> (como TWA) (ACGIH 2003). MAK (como cobre): 0.1 (l) mg/m <sup>3</sup> ; Categoría de limitación de pico: II(2); Riesgo para el embarazo: grupo D (DFG 2004)	<b>EFFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION</b> La sustancia irrita severamente los ojos y la piel. El aerosol irrita el tracto respiratorio. Corrosivo por ingestión. Si se ingiere, la sustancia puede causar efectos en sangre, hígado y riñón, dando lugar a anemia hemolítica, disfunción renal y hepática.
		<b>EFFECTOS DE EXPOSICION PROLONGADA O REPETIDA</b> Los pulmones pueden resultar afectados por la exposición prolongada o repetida del aerosol. La sustancia puede afectar al hígado, cuando se ingiere.
<b>PROPIEDADES FISICAS</b>	Punto de fusión (se descompone): 110°C Densidad: 2.3 g/cm <sup>3</sup>	Solubilidad en agua, g/100 ml a 0°C: 31.7
<b>DATOS AMBIENTALES</b>	La sustancia es muy tóxica para los organismos acuáticos. En la cadena alimentaria referida a los seres humanos tiene lugar bioacumulación, por ejemplo en peces. Se aconseja firmemente impedir que el producto químico se incorpore al ambiente.	
<b>NOTAS</b>		
Se indica el punto de fusión aparente originado por pérdida del agua de cristalización.		
<b>INFORMACION ADICIONAL</b>		
Los valores LEP pueden consultarse en línea en la siguiente dirección: <a href="http://www.mtas.es/insht/practice/vias.htm">http://www.mtas.es/insht/practice/vias.htm</a>		Última revisión IPCS: 2001 Traducción al español y actualización de valores límite y etiquetado: 2003
<b>ICSC: 1416</b>		<b>SULFATO DE COBRE (II) (Pentahidratado)</b>
© CE, IPCS, 2003		
<b>NOTA LEGAL IMPORTANTE:</b>	Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. Su posible uso no es responsabilidad de la CE, el IPCS, sus representantes o el INSHT, autor de la versión española.	

Fuente: Laboratorio central – Insumos, Recuperado de: <http://www.insumos-labcentral.unlu.edu.ar/sites/www.insumos-labcentral.unlu.edu.ar/files/site/Cobre%20II%20Sulfato%205%20H2O%20%28%C3%BAprico%20Sulfato%205%20H2O%29.pdf>, Consulta: mayo 2022.

Anexo 7. **2020 Guía de respuesta en caso de emergencia: una guía para los que responden primero en la fase inicial de un incidente ocasionado por materiales peligrosos. (portada)**



Fuente: Departamento de Transporte de Estados Unidos, 2020  
<https://www.phmsa.dot.gov/sites/phmsa.dot.gov/files/2020-07/GRE2020-WEB.pdf>, Consulta:  
junio 2022.