

Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro Universitario de Suroccidente
Ingeniería en Gestión Ambiental Local



TRABAJO DE GRADUACIÓN

Propuesta de sistema de gestión de residuos y desechos sólidos, en el Centro Universitario de Suroccidente, USAC.

Por:

Luis Estuardo Solval Cux.

Carné: 201841372.

DPI: 3227 24074 1001

semanfb@gmail.com

Mazatenango, Suchitepéquez, septiembre de 2024.

Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro Universitario de Suroccidente
Ingeniería en Gestión Ambiental Local



TRABAJO DE GRADUACIÓN

Propuesta de sistema de gestión de residuos y desechos sólidos, en el Centro Universitario de Suroccidente, USAC.

Luis Estuardo Solval Cux.
Carné: 201841372.
DPI: 3227 24074 1001
semanfb@gmail.com

ASESORA:
MSc. Karen Rebeca Pérez.

Presentado ante las autoridades del Centro Universitario de Suroccidente - CUNSUROC-, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, previo a conferírsele el título que le acredita como Ingeniero en Gestión Ambiental Local en el grado académico de Licenciado.

Mazatenango, Suchitepéquez, septiembre de 2024.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE**

MA. Walter Ramiro Mazariegos Biolis.

Rector

Lic. Luis Fernando Cordón Lucero

Secretario General

**MIEMBROS DEL CONSEJO DIRECTIVO DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE
SUROCCIDENTE**

MA. Luis Carlos Muñoz López

Director en Funciones

REPRESENTANTE PROFESORES

MSc. Edgar Roberto del Cid Chacón

Vocal

REPRESENTANTE GRADUADO DEL CUNSUROC

Lic. Vilser Josvin Ramírez Robles

Vocal

REPRESENTANTES ESTUDIANTILES

TPA. Angélica Magaly Domínguez Curiel

Vocal

PEM Y TAE. Rony Roderíco Alonzo Solís

Vocal

COORDINACIÓN ACADÉMICA

MSc. Bernardino Alfonso Hernández Escobar
Coordinador Académico

Dr. Álvaro Estuardo Gutierrez Gamboa
Coordinador Carrera Licenciatura en Administración de Empresas

M.A. Rita Elena Rodríguez Rodríguez
Coordinadora Carrera de Licenciatura en Trabajo Social

Dr. Nery Edgar Saquimux Canastuj
Coordinador de las Carreras de Pedagogía

MSc. Víctor Manuel Nájera Toledo
Coordinador Carrera Ingeniería en Alimentos

Dr. Mynor Raúl Otzoy Rosales
Coordinador Carrera Ingeniería Agronomía Tropical

MSc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes
Coordinadora Carrera Ingeniería en Gestión Ambiental Local

MSc. Tania María Cabrera Ovalle
Coordinadora Carrera de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales Abogacía y
Notariado

Lic. José Felipe Martínez Domínguez
Coordinador de Área

CARRERAS PLAN FIN DE SEMANA

Lic. Néstor Fridel Orozco Ramos
Coordinador de las carreras de Pedagogía

M.A. Juan Pablo Ángeles Lam
Coordinador Carrera Periodista Profesional y
Licenciatura en Ciencias de la Comunicación

DEDICATORIA

- A DIOS: Por la vida, la sabiduría y misericordia.
- A MIS PADRES: Ingrid Yesenia Cux Ventura
Tiburcio Solval Reyes,
por el apoyo, amor, los buenos
valores y paciencia durante todo
este proceso académico.
- A MI HERMANO: Lorenzo Alejandro Solval Cux.
por compartir alegrías y darme
la tranquilidad emocional para
culminar el proceso académico.
- MI ASESORA: MSc. Karen Rebeca Pérez,
por brindarme su apoyo incondicional y
confiar en mi persona.
- MIS ABUELAS: Leona Reyes y Marta Luisa Ventura
por su amor y brindarme su apoyo en
situaciones complejas durante mi formación.

Índice

Contenido	pág.
Resumen.....	viii
Abstract.....	x
I. Introducción	1
II. Revisión de literatura	2
2.1 Marco referencial	2
2.1.1 Nombre de la unidad de práctica	2
2.1.2 Historia	2
2.1.3 Tipo de institución.....	2
2.1.4 Localización.....	3
2.1.5 Vías de acceso	4
2.1.6 Servicios que presta la unidad de práctica.....	5
2.1.7 Horario de funcionamiento	6
2.1.8 Administración	7
2.1.9 Caracterización de los residuos y desechos sólidos del año 2,019.....	8
2.1.10 Clima	9
2.1.11 Flora	9
2.2 Marco Teórico	10
2.2.1 Legislación para el manejo de residuos y desechos sólidos	10
2.2.2 Residuos y desechos.....	13
2.2.3 Planta de tratamiento de residuos sólidos.....	14
III. Objetivos	15
3.1 Generales	15
3.2 Específicos.....	15

IV.	Materiales y métodos	16
4.1	Recursos	16
4.1.1	Recursos físicos	16
4.1.2	Recursos humanos	17
4.1.3	Recursos digitales	18
4.2	Métodos	18
4.2.1	Identificación del manejo actual de los residuos y desechos sólidos del CUNSUROC	18
4.2.2	Caracterización de los residuos y desechos sólidos	19
4.2.3	Métodos para realizar el plan de manejo de residuos y desechos sólidos.	21
V.	Resultados y discusión.....	24
5.1	Manejo actual de residuos y desechos sólidos.....	24
5.1.1	Generación	24
5.1.2	Almacenamiento en recipientes provisionales	24
5.1.3	Recolección interna de residuos y desechos sólidos	25
5.1.4	Disposición final en almacenamientos temporales.....	27
5.2	Caracterización de los residuos y desechos sólidos en el CUNSUROC.....	31
5.2.1	Composición física de residuos y desechos sólidos generados en el CUNSUROC.	31
5.2.2	Promedio de producción per cápita (PPC).	34
5.2.3	Densidad de los residuos y desechos sólidos generados en el CUNSUROC.....	34
5.3	Procesos para el buen manejo de residuos y desechos sólidos.....	36
5.3.1	Recipientes para almacenar residuos y desechos sólidos en el CUNSUROC.....	36

5.3.2	Propuesta de planta arquitectónica de almacenamiento temporal de residuos y desechos sólidos en el CUNSUROC.	44
5.3.3	Análisis económico aplicando la propuesta.....	46
5.4	Propuesta de socialización del funcionamiento de la propuesta.	49
5.4.1	Objetivo	49
5.4.2	Descripción	49
VI.	Conclusiones	52
VII.	Recomendaciones.....	54
VIII.	Referencias	55
IX.	Anexos	58

Índice de cuadros

Cuadro	pág.
1. Materiales y sus costos para ejecutar el plan inferencial, realizados en Mazatenango Suchitepéquez.	16
2. Costos del personal de operación, para realizar la caracterización.....	17
3. Identificación de recursos digitales utilizados en la investigación	18
4. Cálculo de volumen de contenedores.....	37
5. Costos de contenedores obtenidos de la propuesta del sistema de gestión de residuos y desechos sólidos.....	38
6. Análisis económico de las ganancias a obtener en una semana con la propuesta.	46

Índice de tablas

Tabla	pág.
1. Resultados de caracterización de los residuos y desechos sólidos del CUNSUROC, realizados en el año 2,019.....	9
2. Identificación de recursos humanos utilizados en la investigación	17
3. Identificación de áreas para la recolección actual de residuos y desechos sólidos por parte del personal de conserjería	26
4. Disposición de residuos y desechos sólidos provenientes de los recipientes en las áreas del CUNSUROC, hacia los dos almacenamientos temporales.	29
5. Densidades de los residuos y desechos sólidos encontrados en el CUNSUROC	35
6. Propuesta de área de disposición final de residuos y desechos sólidos según la propuesta.	43
7. Propuesta de área de disposición final de residuos y desechos sólidos	43
8. Capacidad de la planta en relación a la densidad obtenida de la caracterización.	44
9. Reducción de costos en el tren de aseo en función de la propuesta planteada.....	47
10. Ganancias proyectadas en función de darles un mejor aprovechamiento de los residuos y desechos sólidos en el CUNSUROC.....	48
11. Propuesta de actividades orientadas al buen funcionamiento de la propuesta.....	50
12. Colores de identificación de residuos y desechos sólidos según reforma del Acuerdo Gubernativo 164-2021.	61
13. Densidades de residuos desechos sólidos encontrados en el CUNSUROC	61
14. Características de los contenedores propuestos.	67

Índice de figuras

Figura	pág.
1. Croquis de la localización.	3
2. Mapa de rutas de acceso.....	4
3. Organigrama del Centro Universitario de Suroccidente	7
4. manejo actual de residuos y desechos sólidos en el CUNSUROC	24
5. Recipientes actuales para disponer los residuos y desechos sólidos no clasificados	25
6. Croquis de lugares de almacenamiento temporal actual de residuos y desechos sólidos.	27
7. Toneles para almacenar temporalmente residuos y desechos sólidos (1)	28
8. Toneles para almacenar temporalmente residuos y desechos sólidos (2)	28
9. Encargados del tren de aseo, recolectando los residuos y desechos sólidos en almacenamiento temporal.....	30
10. Composición física de los residuos y desechos sólidos en función de la reforma del Acuerdo Gubernativo 164-2021.	31
11. Composición física de residuos recuperables generados en el CUNSUROC.	32
12. Composición física de los desechos sólidos generados en el CUNSUROC.	33
13. Ubicación de contenedores de basura en función de la clasificación secundaria del Acuerdo 164-2021	40
14. Mapa de propuesta de rutas de recolección de los residuos y desechos sólidos, hacia propuesta de planta de almacenamiento del CUNSUROC.	42
15. Propuesta de planta de almacenamiento de residuos y desechos sólidos del CUNSUROC	45
16. Ejemplo de identificación de residuos orgánicos con su iconografía y color.....	62
17. Ejemplo de identificación de residuos reciclables con su iconografía (1)	63
18. Ejemplo de identificación de residuos reciclables con su iconografía (2).	64
19. Ejemplo de identificación de residuos no reciclables con su iconografía (1).	65
20. Ejemplo de identificación de residuos no reciclables con su iconografía (2).	66

21. Perfil de contenedor de 135 litros.	68
22. Vista interior del contenedor de 135 litros.	68
23. Caracterización de los residuos y desechos sólidos en el CUNSUROC	69
24. Obtención de volúmenes de los residuos y desechos sólidos en el CUNSUROC	69
25. Obtención de kilogramos de los residuos y desechos sólidos en el CUNSUROC	70
26. Estado actual de almacenamiento temporal dos en el CUNSUROC.....	70
27. Estado actual de almacenamiento temporal uno en el CUNSUROC.	71
28. Recolección actual de los residuos y desechos sólidos por parte de empleados del camión recolector	71

Resumen

Esta investigación se realizó con el objetivo de proyectar un sistema de gestión de residuos y desechos sólidos para el Centro Universitario de Suroccidente (CUNSUROC), en función del cumplimiento del Reglamento para la gestión integral de los residuos y desechos sólidos (Acuerdo Gubernativo 164-2021), considerando al centro como un ente generador.

La metodología empleada incluyó la identificación del manejo actual de los residuos y desechos sólidos mediante visitas de campo y entrevistas a los miembros del centro, con el propósito de diagnosticar su estado actual en relación al tema. Se llevó a cabo una caracterización de los mismos, para obtener datos sobre la producción per cápita, composición física y densidad. Esta información fue de utilidad para establecer procesos de mejora en el manejo de residuos y desechos sólidos. Finalmente, se generaron acciones para asegurar el buen funcionamiento de la propuesta.

Los resultados obtenidos indican que en el CUNSUROC se generan semanalmente 247.49 kilogramos de residuos y desechos sólidos, equivalente a una producción per cápita de 0.0095 kilogramos por habitante al día. La densidad de los residuos es de 138.44 kilogramos por metro cúbico. Dentro de esta cantidad, los residuos orgánicos representan el 16% (18.19 kilogramos por metro cúbico), los desechos reciclables el 24% (27.75 kilogramos por metro cúbico), y los desechos no recuperables el 60%. Cabe destacar que estos porcentajes corresponden al total generado semanalmente, en función de las tres categorías mencionadas.

De acuerdo con la caracterización y en cumplimiento del Acuerdo Gubernativo 164-2021, se establecieron procesos para el adecuado manejo de residuos y desechos sólidos. La misma consta de proponer 36 contenedores de 135 litros, fabricados en plástico

resistente, con tapa y ruedas, que se ubicarán en las 12 áreas de mayor afluencia de personas en el CUNSUROC, los cuales estarán destinados a la clasificación secundaria: orgánicos, reciclables y no reciclables, conforme a los datos obtenidos. Además, se elaboró un croquis para establecer rutas que debe seguir el personal de conserjería al momento de realizar la recolección de residuos y desechos sólidos desde las diferentes áreas del CUNSUROC hasta la planta de almacenamiento temporal, propuesta, esta planta está diseñada para almacenar la basura generada en un período de cuarenta y ocho horas, en conformidad con lo estipulado en el Acuerdo Gubernativo 164-2021.

Como parte de la propuesta, se prevé la venta de los residuos recuperables, lo que podría generar ganancias anuales de Q3,326.40, según la cotización de una empresa de reciclaje de la ciudad de Mazatenango. Además, se estima una reducción de costos en el servicio de recolección de Q2,880.00 anuales, resultado de descartar del volumen de residuos reciclables y orgánicos del tren de aseo.

Por último, se plantean acciones que beneficien al buen funcionamiento de la propuesta, las cuales deben implementarse durante su aplicación. El objetivo es fomentar la conciencia ambiental, dar a conocer la iniciativa y garantizar su seguimiento adecuado en el CUNSUROC.

Abstract

This research was carried out with the objective of projecting a waste and solid waste management system for the Centro Universitario de Suroccidente (CUNSUROC), based on compliance with the Regulation for the comprehensive management of waste and solid waste (Governmental Agreement 164-2021), considering the center as a generating entity.

The methodology used included the identification of the current management of waste and solid waste through field visits and interviews with the members of the center, with the purpose of diagnosing their current status in relation to the issue. A characterization of them was carried out to obtain data on per capita production, physical composition and density. This information was useful to establish improvement processes in the management of waste and solid waste. Finally, actions were generated to ensure the proper functioning of the proposal.

The results obtained indicate that in CUNSUROC, 247.49 kilograms of waste and solid waste are generated weekly, equivalent to a per capita production of 0.0095 kilograms per inhabitant per day. The density of the waste is 138.44 kilograms per cubic meter. Within this amount, organic waste represents 16% (18.19 kilograms per cubic meter), recyclable waste 24% (27.75 kilograms per cubic meter), and non-recoverable waste 60%. It should be noted that these percentages correspond to the total generated weekly, based on the three mentioned categories.

In accordance with the characterization and in compliance with Government Agreement 164-2021, processes were established for the proper management of waste and solid waste. It consists of proposing 36 135-liter containers, made of resistant plastic, with lids and wheels, which will be located in the 12 areas with the greatest influx of people in the CUNSUROC, which will be destined for secondary classification:

organic, recyclable and non-recyclable, according to the data obtained. In addition, a sketch was prepared to establish routes that the janitorial staff must follow when collecting waste and solid waste from the different areas of CUNSUROC to the proposed temporary storage plant, this plant is designed to store garbage. generated in a period of forty-eight hours, in accordance with the provisions of Government Agreement 164-2021.

As part of the proposal, the sale of recoverable waste is planned, which could generate annual profits of Q3,326.40, according to the quote from a recycling company in the city of Mazatenango. In addition, a cost reduction in the collection service of Q2,880.00 per year is estimated, as a result of discarding the volume of recyclable and organic waste from the cleaning train.

Finally, actions are proposed that benefit the proper functioning of the proposal, which must be implemented during its application. The objective is to promote environmental awareness, publicize the initiative and guarantee its adequate monitoring at CUNSUROC.

I. Introducción

Se realizó una propuesta de un sistema gestión de residuos y desechos sólidos para el Centro Universitario de Suroccidente (CUNSUROC), diseñado para cumplir con el Reglamento para la Gestión Integral de los Residuos y Desechos Sólidos (Acuerdo Gubernativo 164-2021). Este reglamento establece las normas sanitarias y ambientales que deben aplicarse en la gestión integral de residuos y desechos sólidos comunes.

Durante el diagnóstico en el centro universitario, se identificó la carencia de acciones que fomenten el manejo adecuado de residuos y desechos sólidos. Primeramente, se logró identificar la escasez de recipientes (basureros) para la recolección de basura, así como una insuficiente educación ambiental entre la comunidad estudiantil del CUNSUROC, lo que se refleja en la incorrecta disposición de residuos fuera de estos contenedores. Además, se observó que las instalaciones destinadas al almacenamiento de la basura recolectada presentan signos de deterioro por el uso constante, lo que contribuye a la contaminación visual.

Ante las circunstancias mencionadas, el trabajo de investigación tiene como objetivo general proponer un plan de gestión de residuos y desechos sólidos para el Centro Universitario de Suroccidente. Para alcanzar tal objetivo, fue necesario examinar el manejo actual de tales residuos y desechos en el centro, lo que permitió analizar y comprender las deficiencias en las metodologías empleadas y proporcionar información valiosa para el desarrollo de la investigación. Además, se caracterizaron los mismos, determinando su peso, volumen y producción per cápita en el centro educativo. Se establecieron procesos para el adecuado manejo y se desarrollaron propuestas de socialización para asegurar el buen funcionamiento de la iniciativa.

II. Revisión de literatura

2.1 Marco referencial

2.1.1 Nombre de la unidad de práctica

Centro Universitario de Suroccidente y Laboratorio de Aguas IGAL-CUNSUROC.

2.1.2 Historia

Según, Paz C. (2023) el Centro Universitario de Suroccidente fue creado por el Consejo Superior Universitario en el acuerdo No. 33-77; de fecha 28 de septiembre de 1977, dando inicio en febrero de 1978 con las carreras de Técnico en Producción de Granos Básico, Técnico en Procesamiento de Alimentos Vegetales y Técnico en Fruticultura Tropical. (pag.7)

Paz C. (2023) señala que la existencia del CUNSUROC como entidad institucional es el resultado de un proceso en el que participaron sectores, autoridades y miembros de diversas comunidades en la región. El CUNSUROC fue establecido en la ciudad de Mazatenango como el resultado de una compleja combinación de circunstancias y factores que intervinieron coyunturalmente y que dieron paso a nuestra actual institución universitaria en la región sur occidental. (pag.7)

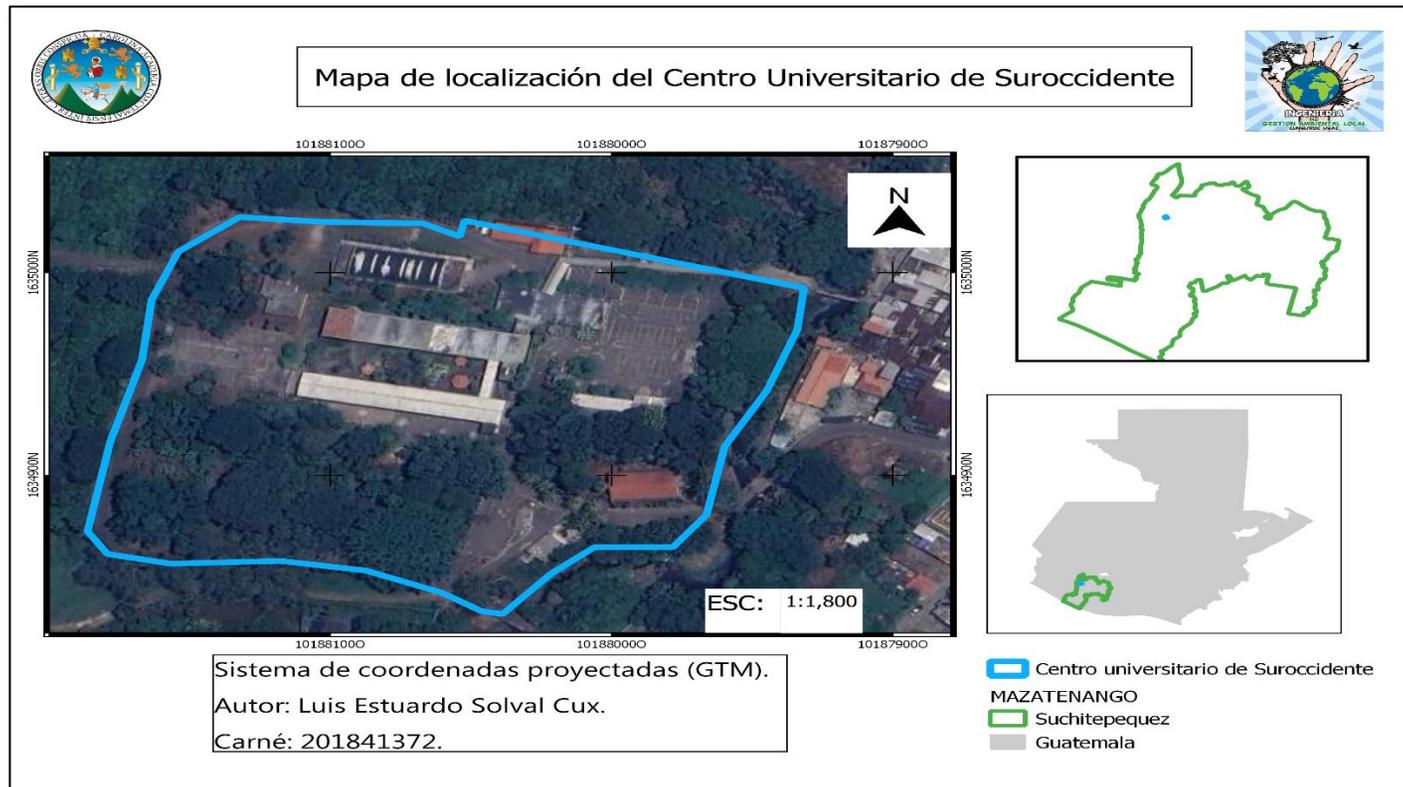
2.1.3 Tipo de institución

El Centro Universitario de Suroccidente es una institución autónoma, educación pública que busca facilitar el acceso a la educación superior en el departamento de Suchitepéquez (Paz, C. 2,023)

2.1.4 Localización

El Centro Universitario del Suroccidente está ubicado en Avenida 0-20 zona 2. Colonia “Los Almendros”, Mazatenango, Suchitepéquez.

Figura 1 Croquis de la localización.



2.1.5 Vías de acceso

Existen tres vías de acceso:

- **Acceso peatonal:** de entrada y salida por 12 avenida, zona 2 de la Colonia “Los Almendros” de Mazatenango Suchitepéquez.
- **Acceso principal:** acceso vehicular de entrada y salida en la 11 avenida, zona 2, de la Colonia “Los Almendros” de Mazatenango Suchitepéquez.
- **Acceso secundario:** acceso vehicular de entrada y salida por calle de Futigol, que conecta a la de la Colonia “Los Almendros” de Mazatenango Suchitepéquez.

Figura 2 Mapa de rutas de acceso.



2.1.6 Servicios que presta la unidad de práctica

Los servicios que presta la unidad de practica son: docencia, investigación, y extensión, los cuales se describen de la siguiente manera:

- a. Análisis crítico de la realidad natural y social de la región, que permita el conocimiento de la misma, su interpretación científica y proporcione las bases necesarias para crear programas de acción.
- b. La investigación en equipos multiprofesionales, con enfoques interdisciplinarios y haciendo participar a personas de la colectividad como miembros del equipo investigador.
- c. El desarrollo educativo a través de la formación de recursos humanos clasificados y el desarrollo de programas de educación de base y de educación permanente para la población en general.
- d. La información de los recursos humanos de nivel superior que se requieran en el área de influencia de los Centros Regionales.
- e. El ofrecimiento a través de la docencia extramuros de servicios profesionales, con el objeto de que los miembros de la colectividad regional, reciban asesoría y colaboración en la solución de sus problemas concretos.
- f. El inventario y aforo continuo de los recursos naturales, humanos y culturales, de la región.
- g. La participación en el desarrollo de parques nacionales o los que el mismo Centro considere que deben establecerse, así como promover acciones para proteger la fauna, la flora y los biotopos establecidos, y los centros arqueológicos y complejos espeleológicos de la región.
- h. Estudio del impacto ecológico y económico-social de los proyectos de carácter regional y nacional.
- i. La promoción del potencial cultural de la región.
- j. La evaluación permanente del impacto de la Universidad de San Carlos de Guatemala y de los programas de los Centros Regionales en los ambientes regionales.

2.1.7 Horario de funcionamiento

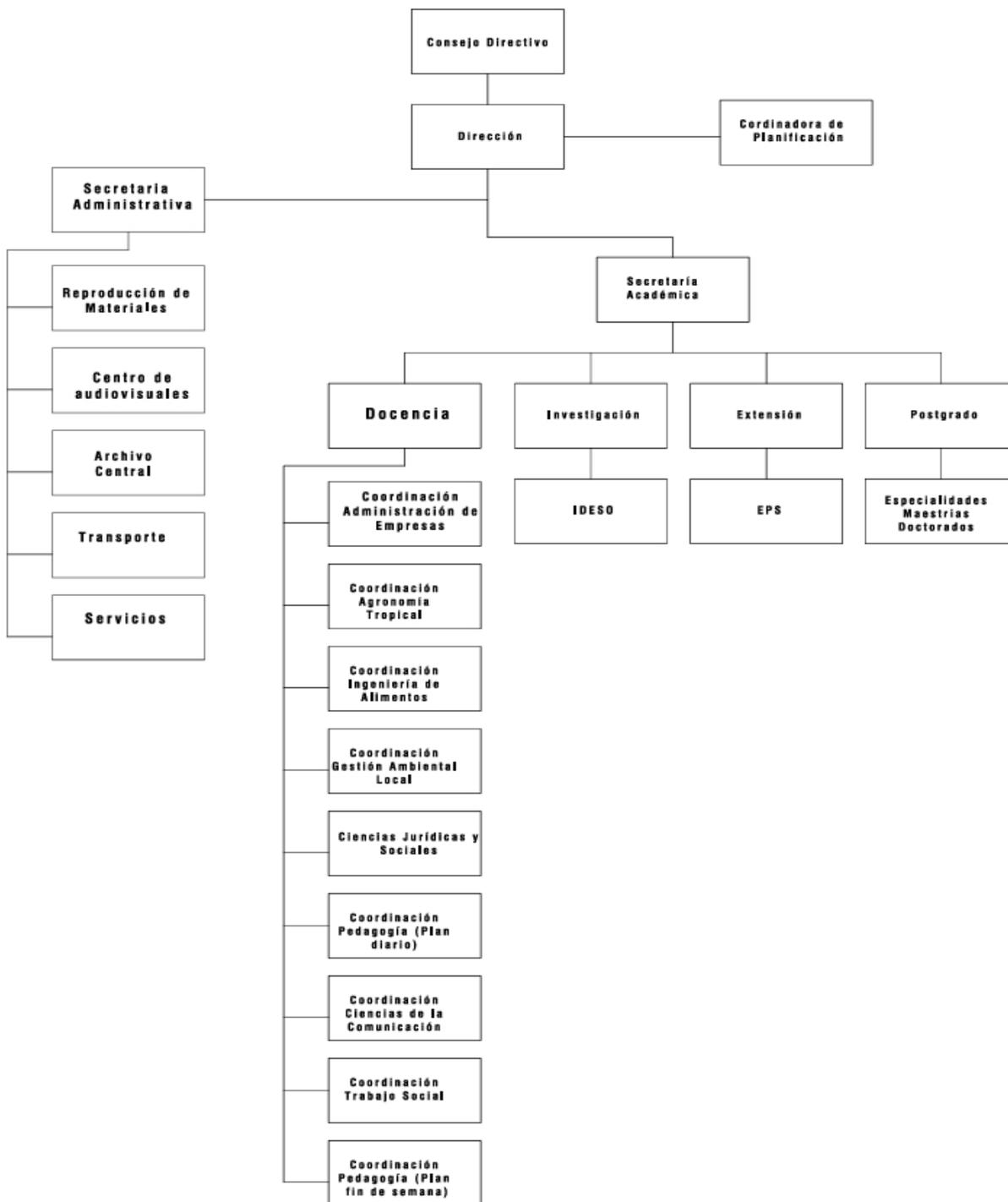
Los horarios de funcionamiento son:

- De lunes a viernes de 14:00 a 21:00 horas, en docencia, área administrativa, biblioteca las carreras de: Trabajo Social, Administración de Empresas, Pedagogía y Administración Educativa, Abogado y Notario, Ingeniería en Alimentos, Ingeniería Ambiental e Ingeniería Agronómica.
- Sábados de 7:00 a 17:00 horas, en docencia, carreras de: Periodista Profesional, Licenciatura en Pedagogía y Administración Educativa, Licenciatura en Ciencias de la Comunicación.
- Domingo de 7:00 a 17:00 horas en docencia y maestrías de: Administración de Recursos Humanos, Gestión Comunitaria para el Desarrollo Humano Local, Docencia Universitaria con énfasis en Andragogía.

2.1.8 Administración

2.1.8.1 Organigrama

Figura 3 Organigrama del Centro Universitario de Suroccidente



(Paz, C. 2,023)

2.1.8.2 Población total en el CUNSUROC

Actualmente se tiene un registro en la base de datos del CUNSUROC (2,023) de 2,742 estudiantes de plan diario y 718 estudiantes de plan fin de semana y un aproximado de 250 personas laborando dentro del CUNSUROC, teniendo un total de 3,710 personas.

2.1.9 Caracterización de los residuos y desechos sólidos del año 2,019

Cervantes O. (2019) menciona que al realizar los cálculos correspondientes se encontró una PPC de 0.0081 kilogramos/persona/día, de residuos y desechos orgánicos e inorgánicos. Los residuos inorgánicos son los que ocupan mayor espacio en los depósitos de almacenamiento. Como resultado del estudio realizado por Cervantes O. (2019) se obtuvo un peso de 194 kilogramos de residuos y desechos sólidos en siete días de 3,417 personas, entre ellas estudiantes, docentes, personal administrativo y de servicio. (p.63)

Los residuos y desechos sólidos se clasificaron en:

- a. Orgánicos: 62.37%
- b. Inorgánicos: 37.63%
- Inorgánicos recuperables: 30.14%
- Inorgánicos no recuperables: 69.86%

Tabla 1 Resultados de caracterización de los residuos y desechos sólidos del CUNSUROC, realizados en el año 2,019

Peso/volumen	Tipo de residuo y desecho	Clasificación
Orgánico: 121 kilogramos/1.0765 metros cúbicos	Cáscaras de frutas, papel y cartón mojado, hojarasca, etc.: 92 kilogramos/0.8385 metros cúbicos	
	Papel de baño: 29 kilogramos/0.2380 metros cúbicos	
Inorgánico: 73 kilogramos/3.3151 metros cúbicos	Inorgánico recuperable: 22 kilogramos/1.6833 metros cúbicos	PET: 17.5 kilogramos/1.3142 metros cúbicos
		Aluminio: 2.5 kilogramos/0.2609 metros cúbicos
		Metal: 1 kilogramo/0.1045 metros cúbicos
	Vidrio: 1 kilogramo/0.0037 metros cúbicos	
	Inorgánico no recuperable: 51 kilogramos/1.6318 metros cúbicos	
Total, de residuos y desechos sólidos generados en el CUNSUROC: 194 kilogramos/4.3917 metros cúbicos		

Nota: El peso de los residuos y desechos sólidos son los generados en siete días.

Fuente: Cervantes O. (2,019)

2.1.10 Clima

La temperatura media anual es 25.4 °C en Mazatenango. La precipitación es de 3299 mm al año. (Data, sf)

2.1.11 Flora

Sical Cruz, (2015) menciona que por el tipo de suelo que posee el municipio, cuenta con variedad de plantas, árboles frutales, flores exóticas a nivel local, una muestra de esto es la existencia de fincas privadas donde tienen plantaciones de flor de nardo, comúnmente utilizada en arreglos florales. Se encuentran bosques de carácter tropical, con cierta

tendencia a lo subtropical, actualmente la flora silvestre casi ha desaparecido, aunque aún persiste la planicie costera en donde las especies representativas son: árbol de palo blanco, melino, teca, conacaste, laurel, almendrón, caoba, guachipilín, caulote, matilisguate, chonte y cicales. (p. 15)

2.2 Marco Teórico

2.2.1 Legislación para el manejo de residuos y desechos sólidos

Según MARN (2,023) Le corresponde al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales dentro de sus competencias de manera conjunta y en coordinación con las demás instancias relacionadas la aplicación de la Política Nacional para la Gestión Integral de los Residuos y Desechos Sólidos, Acuerdo Gubernativo 281-2015 y el cumplimiento del Reglamento para la Gestión Integral de los Residuos y Desechos Sólidos Comunes, Acuerdo Gubernativo 164-2021 para lo cual se identifica la importancia de la generación de herramientas e instrumentos técnicos y legales que permitan orientar las acciones lo que ha propiciado la elaboración, socialización y difusión de materiales de apoyo.(parr. 1)

2.2.1.1 Acuerdo Gubernativo número 164-2021

El Acuerdo Gubernativo 164-2021, se crea a partir de la problemática de la contaminación del río Las Vacas en Guatemala, en donde van a parar todos los desechos del municipio, el cual contribuye a la contaminación del río Motagua, ya que desemboca en el mismo. A partir de ello autoridades guatemaltecas a través del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales crea el reglamento para la gestión de residuos y desechos sólidos comunes, con el objeto de reducir la contaminación en las fuentes hídricas ocasionados por los desechos sólidos, y con ello asegurar la protección de la salud humana y evitar la contaminación del ambiente.

2.2.1.2 Guía de tipificación Iconográfica de residuos y desechos sólidos comunes

De acuerdo con MARN (2,023) se debe establecer la tipificación iconográfica para facilitar y estandarizar la clasificación, separación y almacenamiento de los residuos y desechos sólidos comunes para la República de Guatemala, en atención al Acuerdo Gubernativo

164-2021 Reglamento para la Gestión Integral de los Residuos y Desechos Sólidos Comunes y su Reforma. (parr.8)

- **Identificación gráfica de residuos y desechos sólidos comunes**

Según Herrera V. (2022) esta comprende el diseño y colores que deben tener los contenedores en los cuales los guatemaltecos deben clasificar sus residuos. (parr. 10)

Para su adecuada distribución, esto cuenta con dos clasificaciones. Una de ellas es la primaria, que va dirigida a desechos orgánicos e inorgánicos, la otra es la secundaria, que incluye más categorías como vidrio, plástico, papel y cartón, metal y material multicapa. (párr. 11). Hay que tomar en cuenta la reforma del Acuerdo Gubernativo 164-2021 en su clasificación secundaria, quedando como: orgánico, inorgánico y reciclable.

Para la implementación de los contenedores se debe seguir las disposiciones que indican detalles como color, tipo de letra y dibujos específicos para facilitarle a la población la identificación y clasificación de desechos. (párr. 12)

2.2.1.3 Guía para elaborar estudios de caracterización de residuos sólidos comunes

Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (2023) define los criterios en la realización de estudios de caracterización de residuos sólidos comunes para establecer la generación per cápita y la composición de la generación en los municipios que permitan ser fundamento en la toma de decisiones para la mejora de la gestión integral de residuos y desechos sólidos. (párr. 10)

- **Producción per cápita (PPC)**

De acuerdo con MARN (2,018) la PPC se entiende como la producción de residuos y desechos generados por persona en el lapso de un día por estrato socioeconómico y general. (pág. 15)

Según MARN (2018) indica la siguiente ecuación:

$$PPC = \left(\frac{\text{Total desechos sólidos de un día (kilogramos)}}{\text{Número de personas}} \right) * (1/7)$$

- **Cálculo del porcentaje de la composición física**

MARN (2,018) determina la utilización de la siguiente formula, para calcular el porcentaje de cada residuo y desecho sólido según la categoría correspondiente. (Pág.17)

Se indica en la siguiente ecuación:

$$\text{porcentaje} = \left(\frac{\text{peso semanal de cada residuo clasificado}}{\text{peso total de todos los residuos}} \right) * 100$$

- **Prueba de densidad o Peso Volumétrico (kg/m³)**

Se refiere al peso de los residuos sólidos contenidos en una unidad de volumen. En el caso de los países de América Latina y el Caribe, el peso específico o densidad alcanza valores de 125 a 250 kg/m³. (Melgar, 2012)

Melgar (2012) indica la siguiente ecuación:

$$P_v = P_d / V$$

Donde:

P_v: Peso volumétrico de los desechos, expresado en kg/m³.

P_d: Peso de los desechos, expresado en kg.

V: Unidad de volumen, expresada en m³.

La fórmula para el cálculo del volumen es: $V = \text{área (m}^2\text{)} * \text{altura (m)}$ (P.27)

2.2.2 Residuos y desechos

2.2.2.1 Residuos orgánicos

De acuerdo con CONSORCIO RSU MALAGA (2,023) los residuos orgánicos, son biodegradables, se componen naturalmente y tiene la propiedad de poder desintegrarse o degradarse rápidamente, transformándose en otra materia orgánica. Los residuos orgánicos se componen de restos de comida y restos vegetales de origen domiciliario. (parr.2)

2.2.2.2 Clasificación de residuos

La clasificación de residuos es el proceso de selección y agrupación de residuos sólidos y líquidos generados en las diferentes actividades humanas. Esta clasificación facilita su manejo, tratamiento y aprovechamiento. (ferrovial, 2024)

Es importante tener en cuenta que la clasificación establecida en Guatemala se basa en el Acuerdo Gubernativo 164-2021, la cual se divide en tres categorías: orgánico, reciclable e inorgánico.

2.2.2.3 Desecho inorgánico

Según Instituto Tecnológico de Culiacán (s.f), son los residuos no biodegradables, incluyendo papel (orgánico), metal, vidrio, cartón, plástico, cuero, hule, fibras, cerámica, madera, ropa y textiles, que son materiales que pueden reciclarse (34% de los desperdicios son materiales reciclables) y consecuentemente el país puede ahorrarse el consumo de recursos materiales y con ello, disminuye el consumo de combustibles y agua, además de disminuir la contaminación del aire, suelo y agua (parr.2)

2.2.3 Planta de tratamiento de residuos sólidos

Según BESTON GROUP CO., LTD (2024) Es un método avanzado de reciclaje. Combina múltiples equipos de clasificación para separar los recursos útiles de los residuos sólidos. La planta de tratamiento puede dividir automáticamente los residuos sólidos en diferentes partes según diferentes materias primas. (parr.1)

2.2.3.1 Almacenamiento temporal

Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (2,021) deduce que es la acumulación ordenada de residuos y desechos sólidos comunes, durante un tiempo determinado previo a su recolección. (Pág. 6)

2.2.3.2 Reciclaje

RECYTRANS (2,023) Describe que es el proceso de transformación mediante técnicas fisicoquímicas o mecánicas cuyo resultado es la obtención de nuevas materias primas a partir de materiales usados o desechados. (Parr.1)

III. Objetivos

3.1 Generales

- Proponer un plan de gestión de residuos y desechos sólidos, para el Centro Universitario de Suroccidente, USAC.

3.2 Específicos

- Identificar el manejo actual de los residuos y desechos sólidos.
- Caracterizar los residuos y desechos sólidos generados.
- Establecer procesos para el buen manejo de residuos y desechos sólidos.
- Plantear acciones de educación ambiental en función de la propuesta.

IV. Materiales y métodos

Para ejecutar la investigación se utilizaron distintos recursos los cuales se enlistan a continuación:

4.1 Recursos

4.1.1 Recursos físicos

Cuadro 1 Materiales y sus costos para ejecutar el plan inferencial, realizados en Mazatenango Suchitepéquez.

No	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario	Sub total	Total
1	Mascarilla quirúrgica	Unidad	40	Q1.00	Q40.00	Q 3,315.00
2	Cajas de cartón de 0.31m ³ , 0.19m ³ , 0.23m ³ , 0.22m ³	Unidad	4	Q2.00	Q8.00	
3	Bolsas plásticas de basura de PEBD (polietileno de baja densidad) con dimensiones, 75 cm de ancho x 87 cm de largo.	Unidad	5	Q8.40	Q42.00	
4	Guantes de látex amarillos de caucho natural	Par	50	Q5.00	Q250.00	
5	Libreta de campo	Unidad	1	Q20.00	Q20.00	
6	Pesa romana de 50 kilogramos	Unidad	1	Q225.00	Q225.00	
7	Hojas carta de papel bond de 80 gramos	Resma	1	Q62.00	Q62.00	
8	Flexómetro de 8 metros marca trupper	Unidad	2	Q35.00	Q70.00	
9	Borrador	Unidad	1	Q1.00	Q1.00	
10	Lápiz	Unidad	1	Q2.00	Q2.00	
11	Calculadora	Unidad	1	Q45.00	Q45.00	
12	Costal de fibras textiles sintéticas trenzadas de Polipropileno (PP) con dimensiones de 50x85 cm	unidad	4	Q2.00	Q8.00	
13	Nylon negro de PEBD (polietileno de baja densidad) 70 cm alto.	Yarda	6	Q12.00	Q72.00	
14	Computadora acer	Unidad	1	Q2,000.00	Q2,000.00	
15	Internet	Global	1	Q 480.00	Q 480.00	

4.1.2 Recursos humanos

Fueron obtenidos a través de gestiones realizadas por el epesista encargado de la investigación.

Tabla 2 Identificación de recursos humanos utilizados en la investigación

Cantidad	Descripción	Observaciones
1	Epesista IGAL.	Encargado de caracterización
1	Estudiantes de Ingeniería en Gestión Ambiental Local	Apoyo para caracterización
1	Personal del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales	
1	Alumnos de 5to. Bach. del colegio José Ernesto Monzón.	
1	Alumnos de 6to. perito. del colegio Liceo Técnico del Sur.	

Durante el proceso, se obtuvo apoyo de personas mediante gestiones, sin embargo, se cotizaron costos reales para tener un parámetro preciso de los gastos, considerando la cantidad de personas necesarias para realizar la caracterización en una semana, en caso de no contar con el apoyo de entidades:

Cuadro 2 Costos del personal de operación, para realizar la caracterización

No. Colaborador	Salario de empleado por día	Días para realizar la caracterización	Costo por colaborador según los días requeridos para la caracterización
Colaborador 1	Q75.00	4	Q300.00
Colaborador 2	Q75.00	4	Q300.00
Colaborador 3	Q75.00	4	Q300.00
Colaborador 4	Q75.00	4	Q300.00
Colaborador 5	Q75.00	4	Q300.00
Total:			Q1,500.00

4.1.3 Recursos digitales

A continuación, se describe el recurso digital utilizado para la investigación

Cuadro 3 Identificación de recursos digitales utilizados en la investigación

Cantidad	Descripción	Observaciones	Costo Unitario	Costo total
1	Software QGIS®	Licencia de uso libre	n/a	n/a
1	Paquete de office 365®	Licencia anual	Q597.24	Q597.24
1	Software Google Earth Pro	Licencia de uso libre	n/a	n/a
1	Software AutoCAD	Licencia estudiantil anual		
Total:				Q597.24

n/a: no aplica

4.2 Métodos

El desarrollo de la investigación fue realizado con los siguientes métodos:

4.2.1 Identificación del manejo actual de los residuos y desechos sólidos del CUNSUROC

Para detectar el manejo actual de los residuos y desechos sólidos del CUNSUROC, se emplearon distintas metodologías para recabar la información:

4.2.1.1 Entrevistas al personal del CUNSUROC, para las formas de generación de basura

En el CUNSUROC se realizan actividades durante la semana, de la siguiente manera: de lunes a viernes para el grupo de carreras de: Administración de empresas, ingeniería ambiental, ingeniería en alimentos, ingeniería agronómica, licenciatura en derecho, licenciatura en trabajo social, y licenciatura en psicopedagogía; el sábado y domingo para las carreras de: licenciatura en pedagogía y administración educativa, licenciatura en periodismo y licenciatura en ciencias de la comunicación, por lo que se realizaron entrevistas a estudiantes y personal operativo de distintas jornadas que conforman el centro (ver anexos), las preguntas iban enfocadas en comprender los tipos de residuos y desechos sólidos que ellos generan de acuerdo a sus actividades que realizan durante la semana dentro del centro universitario.

4.2.1.2 Visitas de campo

Las visitas se realizaron en las áreas del CUNSUROC, siendo estas: modulo uno y dos, modulo administrativo, parqueos, cancha, lugares para almacenar los residuos y desechos sólidos, modulo odontológico, salón Alba Ruth, cafetería, planta piloto y áreas verdes, utilizando herramientas como libreta de campo, celular con cámara fotográfica y lapiceros, esto con el objeto de recolectar información de metodologías, en función del manejo de los residuos y desechos sólidos y sus aspectos ambientales.

4.2.1.3 Entrevista a piloto de camión recolector

Se realizó una entrevista al piloto del camión recolector (ver anexo) para obtener información sobre su manera de trabajar dentro del centro universitario, esto proporcionó datos valiosos sobre el manejo actual de los residuos y desechos sólidos en el CUNSUROC.

4.2.1.4 Entrevistas al personal de conserjería sobre el manejo actual de los residuos y desechos sólidos

Para recabar información se entrevistó a nueve personas que conforman el área de conserjería, con el objeto de conocer el mecanismo utilizado para recolectar residuos y desechos sólidos, comprender cuales son las áreas que cada uno tiene designada para realizar la recolección, disposición final y la frecuencia con que realizan el mantenimiento de contenedores.

4.2.2 Caracterización de los residuos y desechos sólidos

La caracterización se realizó con base a residuos y desechos sólidos, en el periodo de una semana, porque se contó con el apoyo de varias instituciones como resultado de gestiones realizadas por el epesista, donde se nombran las siguientes: cinco personas del Ministerio de Ambiente, diez alumnos de quinto bachillerato del Colegio José Ernesto Monzón, once alumnos de sexto perito en electricidad del Colegio Liceo Técnico del Sur y diez estudiantes de del octavo ciclo del curso de manejo de aguas de IGAL - CUNSUROC.

Los días elegidos para realizar la caracterización fueron lunes, miércoles, jueves y sábado, ya que son los días en que el camión recolector recoge los residuos y desechos sólidos.

La caracterización se llevó a cabo en el área de la cancha de baloncesto, que tiene dimensiones de 15 metros de ancho por 28 metros de largo, para evitar contacto directo con el suelo, se preparó el lugar colocando un nylon de alta resistencia en el piso, para prevenir filtraciones de lixiviados que pudieran contaminar el suelo o el manto freático. Posteriormente, se trasladaron los toneles utilizados para almacenar todos los residuos y desechos sólidos del CUNSUROC, ubicados en dos áreas (ver figura 6), hacia la cancha donde se comenzó desarrollando la investigación. Estos tienen una capacidad de 0.21 metros cúbicos (m³) cada uno.

Con los toneles en su lugar, se comenzó a esparcir los residuos y desechos sólidos sobre el nylon, para luego clasificarlos por categorías y determinar lo que genera la universidad. Finalmente, se procedió a medir cada uno de los siguientes indicadores:

4.2.2.1 Identificación del peso volumétrico.

Se depositaron los residuos y desechos sólidos según su clasificación en una caja de cartón de dimensiones conocidas, dándole golpes ligeros, a manera de compactar los mismos. (se utilizaron distintas cajas con volúmenes diferentes, descritos en el cuadro 1).

Se midió la altura de la basura dentro de la caja, luego se utilizó la siguiente ecuación para el cálculo del volumen: $V \text{ (m}^3\text{)} = \text{área (m}^2\text{)} * \text{altura (m)}$

4.2.2.2 Cálculo de densidad de residuos y desechos sólidos generados

MARN (2,018) menciona la fórmula para el cálculo de densidad:

Densidad = peso de desecho sólido (kg) / volumen (m³)

4.2.2.3 Peso de residuos y desechos sólidos según su composición física.

Para obtener el peso se utilizó una balanza romana. Al momento de obtener el volumen en las cajas se trasladaron a un saco tejido, tomando en cuenta la composición física de cada residuo, se pesó y anoto el resultado en kg. (ver tabla 13)

4.2.2.4 Cálculo de la PPC

Para obtener la producción per cápita se utilizó el peso total de los residuos y desechos sólidos generados en un día, dividido por el total de la población estudiantil y personal de trabajo del CUNSUROC, dividiéndolo entre los siete días de la semana, de esta manera se calculó la producción per cápita de residuos y desechos sólidos. Cabe resaltar que el total de personas, se obtuvo a partir del registro de estadística, del año 2023. MARN (2,018) menciona la fórmula para el cálculo de PPC:

$$PPC = \left(\frac{\text{Total desechos sólidos una semana}}{\text{Número de personas}} \right) * (1/7)$$

4.2.2.5 Cálculo de la composición física de los residuos y desechos sólidos generados

Se calculó el porcentaje según la composición física de los residuos y desechos sólidos encontrados, de acuerdo a la fórmula de la Guía para la identificación gráfica de residuos y desechos sólidos comunes según acuerdo ministerial (498-2022), así mismo utilizando la clasificación secundaria según el acuerdo 164-2021, siendo estos: orgánicos, inorgánicos no reciclables e inorgánicos reciclables, se categorizaron los residuos y desechos sólidos encontrados en el centro.

Para realizar el cálculo se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{porcentaje} = \left(\frac{\text{peso semanal de cada residuo clasificado}}{\text{peso total de todos los residuos}} \right) * 100$$

4.2.3 Métodos para realizar el plan de manejo de residuos y desechos sólidos.

Para llevar a cabo este proceso se realizaron metodologías mencionadas a continuación:

4.2.3.1 Cálculo y descripción de recipientes para almacenar residuos y desechos sólidos

Se consideró el volumen de residuos y desechos sólidos por cada clasificación producidos en tres días, debido a que el artículo 18 inciso (a), indica que la recolección debe realizarse como máximo a las 72 horas de su almacenamiento.

El volumen mencionado anteriormente se dividirá entre el volumen de los contenedores propuestos, el resultado de ello corresponde al total de contenedores a requerir para almacenar tales residuos.

Se tomó en cuenta las catorce áreas con las que cuenta el CUNSUROC, se definen con base a las instalaciones que están dentro del perímetro del centro.

A continuación, se presenta la fórmula utilizada:

$$\text{Contenedores} = \left(\frac{\text{volumen de residuo}}{\text{Volumen de contenedor de basura}} \right)$$

4.2.3.2 Propuesta de ubicación de contenedores en función de la clasificación secundaria del acuerdo 164-2021

Esta fase se realizó con el objeto de proponer un croquis señalando los lugares de interés para implementar los contenedores que almacenarán los residuos y desechos sólidos en el CUNSUROC, aplicando la clasificación secundaria, que dicta el acuerdo 164-2021 (Reglamento para la gestión integral de los residuos y desechos sólidos comunes), estos tendrán el tamaño determinado en los resultados de la metodología anterior. Para elaborar el croquis, se empleó el programa de Sistema de Información Geográfica de software libre (QGIS), destacando las áreas de interés para la colocación de los contenedores de basura. Estas áreas se definieron dentro del perímetro legal del CUNSUROC.

4.2.3.3 Estructuración del proceso de recolección y almacenaje de residuos y desechos sólidos.

Una vez conocida la ubicación de los contenedores por áreas en el CUNSUROC, se describieron las rutas de recolección de basura, para ello se elaboró un croquis utilizando el programa de sistema de Información Geográfica de software libre (QGIS), indicando las rutas que debe seguir el personal de conserjería, al momento recolectar los residuos y desechos sólidos, de las áreas del centro educativo, hacia la planta de almacenamiento temporal, de esta manera se planea ser más eficiente y ordenado al realizar el trabajo.

4.2.3.4 Análisis económico aplicando la clasificación secundaria

Para realizar el análisis se tomó en cuenta los kilogramos obtenidos en la caracterización, de cada residuo y desecho, para ello se tomó en cuenta el valor actual de los precios en el mercado de cada uno de ellos, describiendo las ganancias que se obtendrán al aplicar el proyecto, asimismo, se llevó a cabo una comparativa de la reducción de costos del tren de aseo antes y después de la implementación del proyecto. Esto se debió a la disminución en la densidad de los desechos si se aplica la propuesta en función de la clasificación secundaria en el CUNSUROC.

4.2.3.5 Propuesta planta de planta arquitectónica almacenamiento temporal de residuos y desechos sólidos en el CUNSUROC.

A través de la densidad obtenida de la caracterización de los residuos y desechos sólidos, en función de la clasificación secundaria, (orgánico, inorgánico y reciclable), se obtuvieron las dimensiones necesarias para realizar una propuesta de diseño para un almacenamiento temporal de los residuos y desechos sólidos.

El diseño se realizó en el programa AutoCAD, utilizando la licencia estudiantil por un año.

4.2.3.6 Acciones de socialización para el buen manejo de la propuesta.

Se redactó un modelo para marcar lineamientos necesarios a seguir por medio de actividades, que permita el cumplimiento de la propuesta en el CUNSUROC, lo que permitirá que se lleve a cabo de mejor manera, y disminuir los residuos y desechos sólidos.

V. Resultados y discusión

5.1 Manejo actual de residuos y desechos sólidos

se realiza en cuatro etapas:

Figura 4 manejo actual de residuos y desechos sólidos en el CUNSUROC



5.1.1 Generación

La generación de los residuos y desechos sólidos ocurre de lunes a domingo, durante las jornadas de estudio, tales provienen de la venta de alimentos dentro y fuera del centro, material de apoyo en el estudio, principalmente.

5.1.2 Almacenamiento en recipientes provisionales

Se determinó que se utilizan recipientes de cinco galones para almacenar residuos y desechos sólidos después de su generación, los cuales están ubicados en todas las instalaciones del CUNSUROC, siendo estas el salón Alba Ruth, modulo odontológico, modulo uno, modulo dos, área administrativa, parqueo de motos y cancha polideportiva.

En ocasiones la capacidad volumétrica de almacenaje no se da abasto con lo generado. Los recipientes no cuentan con una clasificación definida, ya que en cada área solo se dispone de un contenedor sin ninguna identificación específica.

Figura 5 Recipientes actuales para disponer los residuos y desechos sólidos no clasificados



5.1.3 Recolección interna de residuos y desechos sólidos

El personal del área de conserjería tiene a su cargo recolectar los desechos dentro de los recipientes, que las personas del centro depositan, este proceso se realiza de lunes a sábado, cada uno tiene a su cargo áreas para la recolección, para después ser depositados en los almacenamientos temporales con los que cuenta el CUNSUROC. A continuación, se describen las áreas que el personal de conserjería tiene a su cargo para realizar la recolección:

5.1.3.1 Áreas designadas por cada personal de conserjería para realizar la recolección de residuos y desechos sólidos en el CUNSUROC

El CUNSUROC cuenta con nueve personas para el área de conserjería, las cuales se encargan de recolectar los residuos y desechos sólidos. La distribución designada fue resultado de la logística del personal, en función de los espacios más cercanos para almacenar los residuos y desechos sólidos recolectados de los recipientes distribuidos en el CUNSUROC. Fue importante tomar en cuenta tales métodos de recolección para aportar información a la investigación, al momento de aplicar la nueva propuesta de almacenamiento temporal.

A continuación, se presenta una tabla en donde se enumera el total del personal de conserjería, se describen las áreas del centro universitario, marcando por color, según le corresponda a cada uno realizar la recolección:

Tabla 3 Identificación de áreas para la recolección actual de residuos y desechos sólidos por parte del personal de conserjería

Áreas designadas por cada personal de conserjería para realizar la recolección de residuos y desechos sólidos en el CUNSUROC														
Personal de conserjería	Planta Piloto	Salón Alba Ruth	Modulo odontológico	Cafetería	Parqueos	Kioscos	Áreas verdes	Áreas administrativas	Modulo 1			Modulo 2		
									Primer nivel	Segundo nivel	Tercer nivel	Primer nivel	Segundo nivel	Tercer nivel
1	Yellow	Yellow	Yellow											
2				Green	Green		Green							
3				Green	Green		Green							
4				Green	Green		Green							
5								Yellow						
6									Brown	Brown				
7												Purple	Purple	
8												Blue		Blue
9						Red			Red	Red		Red	Red	Red

5.1.4 Disposición final en almacenamientos temporales

Existen dos almacenamientos temporales para los residuos y desechos sólidos, que provienen de los recipientes ubicados en las instalaciones del centro, cabe resaltar que no existe una clasificación adecuada en función del cumplimiento del Acuerdo Gubernativo 164-2021.

5.1.4.1 Ubicación de almacenamientos temporales

El primer almacenamiento temporal está ubicado en la parte noroeste, con coordenadas $14^{\circ}31'45.63''\text{N}$ y $91^{\circ}31'13.99''\text{O}$, habiendo nueve toneles con una dimensión de 0.55 metros de diámetro por 0.90 metros de altura y capacidad de 0.21 m^3 , el segundo se ubica en la parte suroeste del CUNSUROC, con coordenadas $14^{\circ}31'43.18''\text{N}$ y $91^{\circ}31'17.05''\text{O}$, encontrándose cinco toneles con una dimensión de 0.55 metros de diámetro por 0.90 metros de altura y capacidad de 0.21 m^3 .

Figura 6 Croquis de lugares de almacenamiento temporal actual de residuos y desechos sólidos.



Las dos áreas cuentan con un techado de lámina de zinc, deterioradas por el óxido, instalaciones reducidas, carecen de clasificación adecuada, cualquier persona puede acceder a ellos, incumpliendo las condiciones necesarias que dicta el artículo 14 y 15, del Acuerdo Gubernativo 164-2021, el cual menciona que tienen que tener suficiente capacidad volumétrica para el almacenamiento, deben estar separados conforme a la clasificación aplicable y tener condiciones físicas y ambientales apropiadas.

Figura 7 Toneles para almacenar temporalmente residuos y desechos sólidos (1)



Figura 8 Toneles para almacenar temporalmente residuos y desechos sólidos (2)



5.1.4.2 Almacenamientos actuales para disponer residuos y desechos, provenientes de la recolección en áreas del CUNSUROC.

Por medio de una tabla se describen las áreas del CUNSUROC, identificando la disposición de residuos y desechos sólidos recolectados por el personal de conserjería, hacia los almacenamientos temporales existentes en el centro.

La metodología actual presentaría inconvenientes al realizar la propuesta planteada, por tanto, se propone otra área como almacenamiento temporal. (ver figura 15).

Tabla 4 Disposición de residuos y desechos sólidos provenientes de los recipientes en las áreas del CUNSUROC, hacia los dos almacenamientos temporales.

Almacenamientos temporales	Planta Piloto	Salón Alba Ruth	Modulo odontológico	Cafetería	Parqueos	Kioscos	Áreas verdes	Áreas administrativas	Modulo 1			Modulo 2		
									Primer nivel	Segundo nivel	Tercer nivel	Primer nivel	Segundo nivel	Tercer nivel
Almacenamiento temporal 1														
Almacenamiento temporal 2														

Los colaboradores del tren de aseo del servicio de recolección contratado, son los encargados vaciar cada tonel de basura, colocándolos en bolsas negras, sin realizar una separación previa.

Figura 9 Encargados del tren de aseo, recolectando los residuos y desechos sólidos en almacenamiento temporal.



El camión recolector es el encargado de transportar los residuos y desechos sólidos, de los almacenamientos temporales del CUNSUROC, hacia un vertedero. Este proceso es responsabilidad del servicio prestado por el camión recolector.

Los días de recolección de los residuos y desechos sólidos, son: lunes, miércoles, jueves y sábado.

La tarifa actual es de Q600.00 al mes, tasa fijada en función de la frecuencia de los días en que el camión realizará la recolección.

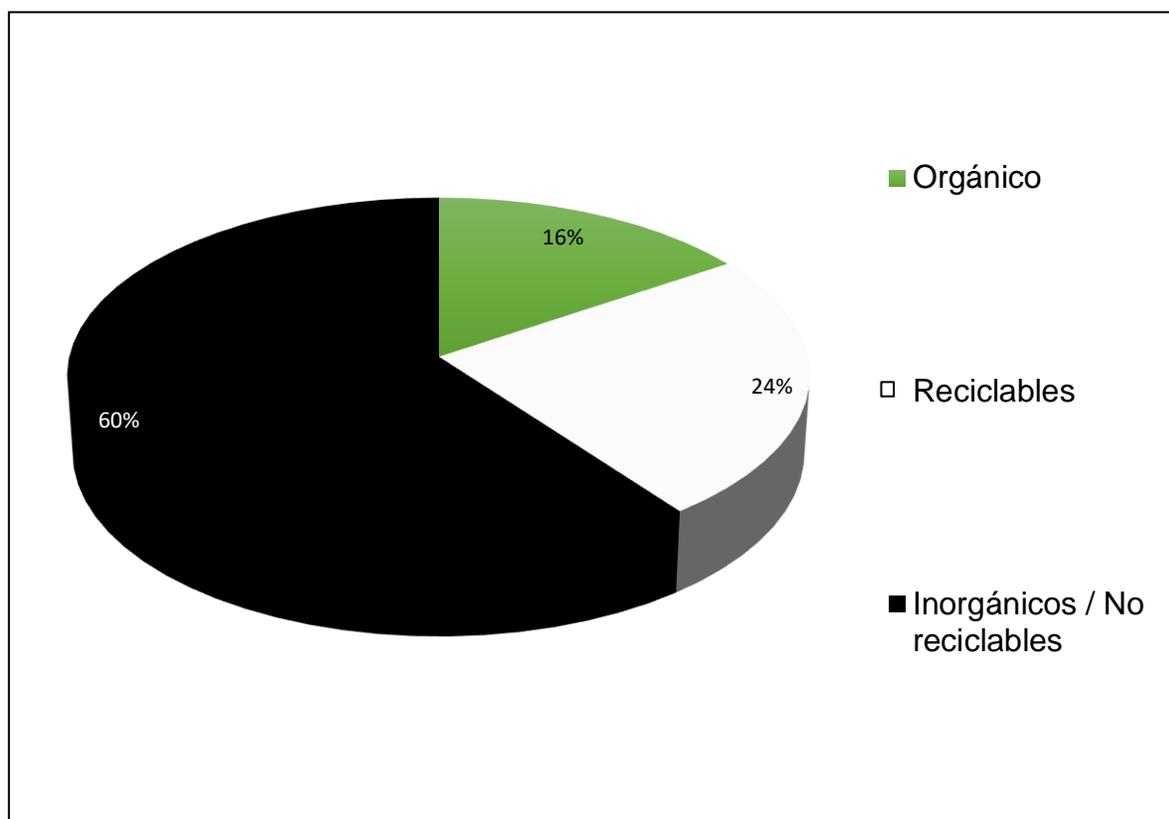
5.2 Caracterización de los residuos y desechos sólidos en el CUNSUROC.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del estudio de la caracterización.

5.2.1 Composición física de residuos y desechos sólidos generados en el CUNSUROC.

Se representa una gráfica, identificando porcentajes de residuos y desechos sólidos obtenidos durante la caracterización, en función de los colores de la clasificación secundaria de la reforma del Acuerdo Gubernativo 164-2021 (ver tabla 12).

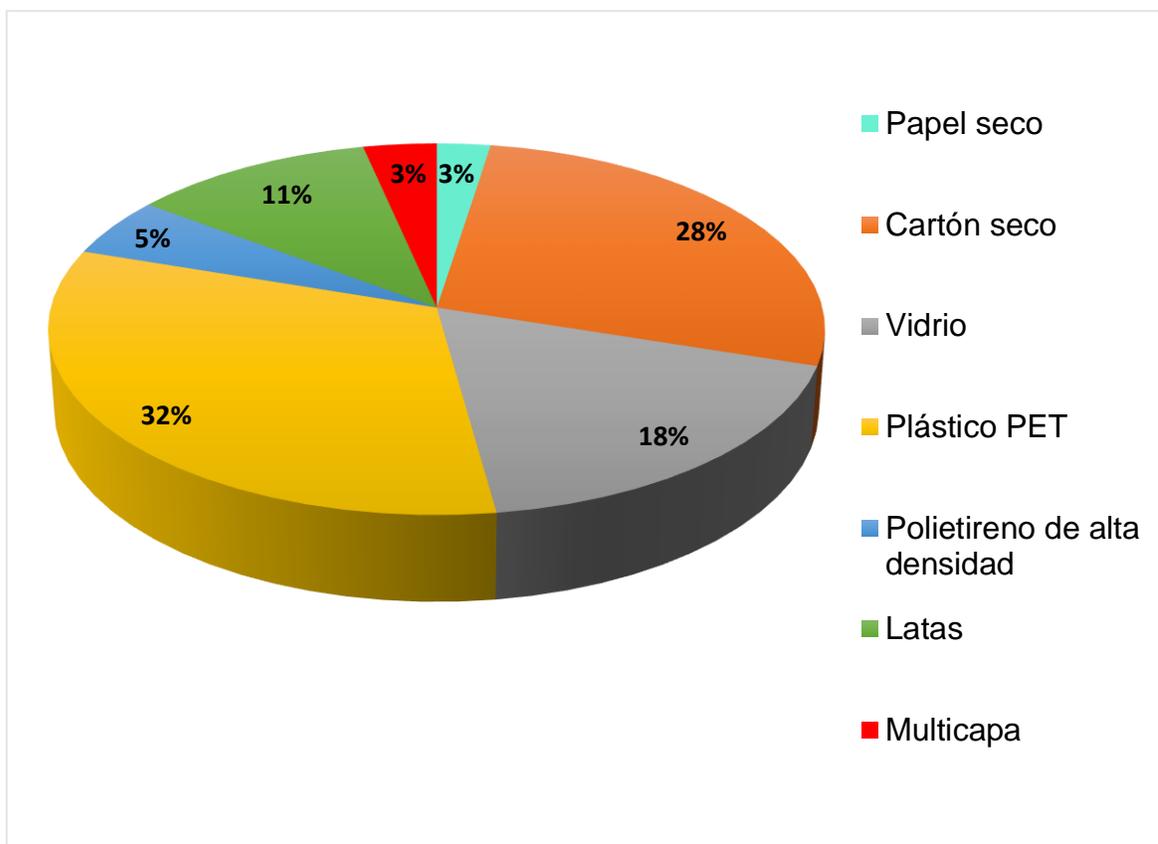
Figura 10 Composición física de los residuos y desechos sólidos en función de la reforma del Acuerdo Gubernativo 164-2021.



El peso de residuos orgánicos corresponde a 38.5 kg, el cual representa el 16% del total, estos pueden ser aprovechados por medio de preparación de abono compost.

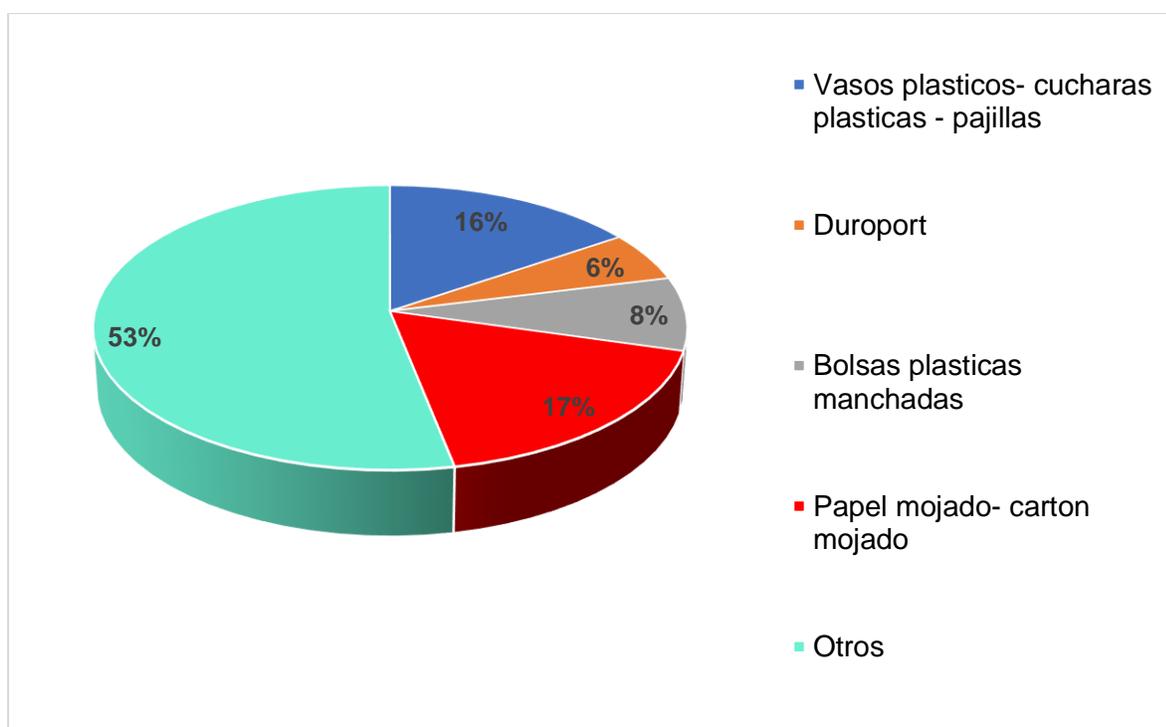
Los residuos reciclables, corresponden a 60.04 kg equivalente a 24% del total, lo integra el papel y cartón seco, vidrio, botellas de plástico PET, botellas de polietileno de alta densidad y latas, de ser aprovechados, se pueden obtener ganancias por su venta. En la tabla 13 se enlistan tales datos.

Figura 11 Composición física de residuos recuperables generados en el CUNSUROC.



La mayor cantidad de desechos sólidos pertenece a la categoría de inorgánicos, teniendo un peso de 148.95 kg, representado en un 60% del total (ver tabla 13 y figura 11), compuesto por vasos plásticos PET, cucharas, pajillas y platos de poliestireno, papel y cartón mojado, (como consecuencia de ser mezclados con restos de bebidas o algún alimento), bolsas plásticas de polietileno, envolturas de polipropileno, bolsas de agua pura, colillas de cigarrillos etc. Los cuales son producidos por las personas que conforman el CUNSUROC. (Ver figura 12)

Figura 12 Composición física de los desechos sólidos generados en el CUNSUROC.



Es preciso señalar que las cantidades dadas anteriormente, representa lo generado en una semana en el CUNSUROC. Cabe resaltar que estos desechos no se pueden aprovechar, ya que en el municipio no se cuenta con tales tecnologías de reciclaje, quedando como opción el depositarlos en un vertedero autorizado.

En la tabla 13 se describe el peso de cada residuo y desecho sólido como resultado de la caracterización.

5.2.2 Promedio de producción per cápita (PPC).

La producción per cápita de residuos y desechos sólidos del CUNSUROC, del año 2023 fue de 0.0095 kg/hab/día, 247.49 kilogramos semanales, proyectadas en 11.87 toneladas al año.

5.2.3 Densidad de los residuos y desechos sólidos generados en el CUNSUROC.

Esta relación permite calcular el tamaño necesario para el almacenamiento de cada material, por ejemplo, el residuo orgánico producido necesita un almacenamiento de 0.11 m³, para tres días, que corresponde a lo establecido por el artículo 18 inciso a del Acuerdo Gubernativo 164-2021, de no almacenar por más de cuarenta y ocho horas tales residuos, siendo este el límite.

A continuación, se presenta una tabla con los kilogramos por metro cubico (densidad) de residuos y desechos sólidos, así como el volumen de los mismos en el CUNSUROC, con relación a estos datos, se puede estimar la situación ambiental de tales residuos en el centro, y a partir de ellos realizar acciones para el buen manejo.

Tabla 5 Densidades de los residuos y desechos sólidos encontrados.

Kilogramos de residuos y desechos sólidos según su composición física encontrados en el CUNSUROC.		
Composición Física	Densidad (Kg/m³)	Volumen(m³)
Orgánico	138.44	0.2781
Recuperable		
Papel seco	21.74	0.07
Cartón seco	15.11	1.09
Vidrio transparente	35.56	0.30
Vidrio verde	3.44	0.03
Vidrio café	4.07	0.02
Plástico (pet transparente)	14.03	1.05
Plástico (pet celeste)	15.92	0.26
Plástico (pet verde)	9.46	0.06
polietileno de alta densidad (PAD)	78.37	0.04
Latas	25.18	0.21
Multicapa	15.77	0.13
No reciclable		
Vasos plásticos- cucharas plásticas - pajillas	20.66	1.12
Duroport	8.66	0.96
Bolsas plásticas manchadas	11.68	1.06
Papel mojado- cartón mojado	33.43	0.78
Otros	56.94	1.39

5.3 Procesos para el buen manejo de residuos y desechos sólidos

En función de lo encontrado, se propone a continuación como debería de realizarse tales procesos:

5.3.3 Recipientes para almacenar residuos y desechos sólidos en el CUNSUROC.

Para el cálculo de recipientes, se consideró el volumen de residuos y desechos sólidos generados por la población actual del CUNSUROC, con base a la clasificación secundaria de la reforma del Acuerdo Gubernativo 164-2021. Asimismo, se tomó en cuenta el tiempo de recolección por parte del camión encargado, programado cada dos días.

Con base a la fórmula aplicada, (ver cuadro 4), se obtuvo la cantidad de contenedores para almacenar los residuos del centro, a pesar de ello se tomó de referencia la categoría de desechos que más recipientes necesita para su almacenaje, con el objeto de tener la misma cantidad de recipientes, según su categoría. Los mismos tendrán una capacidad de 135 litros para la categoría de orgánicos, reciclables e inorgánicos.

Es crucial que los recipientes de las tres categorías se coloquen juntos para facilitar el acceso al personal del CUNSUROC. Dado que los residuos y desechos pueden generarse en cualquier momento, como consecuencia se requirió la misma cantidad de recipientes para cada categoría.

Estos contenedores se asignaron para cubrir las doce áreas principales del CUNSUROC, seleccionadas según el alto tránsito de personas en esos espacios.

A continuación, se muestra un cuadro basado en lo expuesto en el texto anterior:

Cuadro 4 Cálculo de volumen de contenedores

Volumen orgánico por 2 días		Volumen contenedor/135L	Total contenedores	Total, contenedores en función de las áreas con mayor flujo de personas del CUNSUROC
0.07	÷	0.135	0.52	12
Volumen reciclable por 2 días	÷	Volumen contenedor/135L	Total contenedores	Total, contenedores en función de las áreas con mayor flujo de personas del CUNSUROC
0.94		0.135	6.96	12
Volumen inorganico por 2 días	÷	Volumen contenedor/135L	Total contenedores	Total, contenedores en función de las áreas con mayor flujo de personas del CUNSUROC
1.51		0.135	11.19	12

Los contenedores de plástico contienen tapadera, ruedas y jalador, para un transporte más fácil hacia la propuesta de la planta de almacenamiento y evitar utilizar bolsas dentro de los mismos, en la tabla 14 se describen las características los mismos. A continuación, se detallan los costos, según lo cotizado en una ferretería en la ciudad de Quetzaltenango, que distribuye esto productos por mayoreo:

Cuadro 5 Costos de contenedores obtenidos de la propuesta del sistema de gestión de residuos y desechos sólidos.

Características de contenedores				
Categoría	Capacidad de contenedor (litros)	Total, de contenedores	Costo unitario	Costo total
Orgánico	135L	12	Q300.00	Q3,600.00
Reciclable	135L	12	Q300.00	Q3,600.00
Inorgánico	135L	12	Q300.00	Q3,600.00
Total				Q10,800.00

Los contenedores serán ubicados en grupos de tres, según la clasificación secundaria del Acuerdo Gubernativo 164-2021, en las áreas del modulo uno, modulo dos, salón Alba Ruth, taller CUNSUROC, módulo de área administrativa, cafetería, planta piloto, área de cancha polideportiva, estas son las áreas en donde se tienen mayor flujo de personas.

5.3.3.1 Ubicación de los contenedores

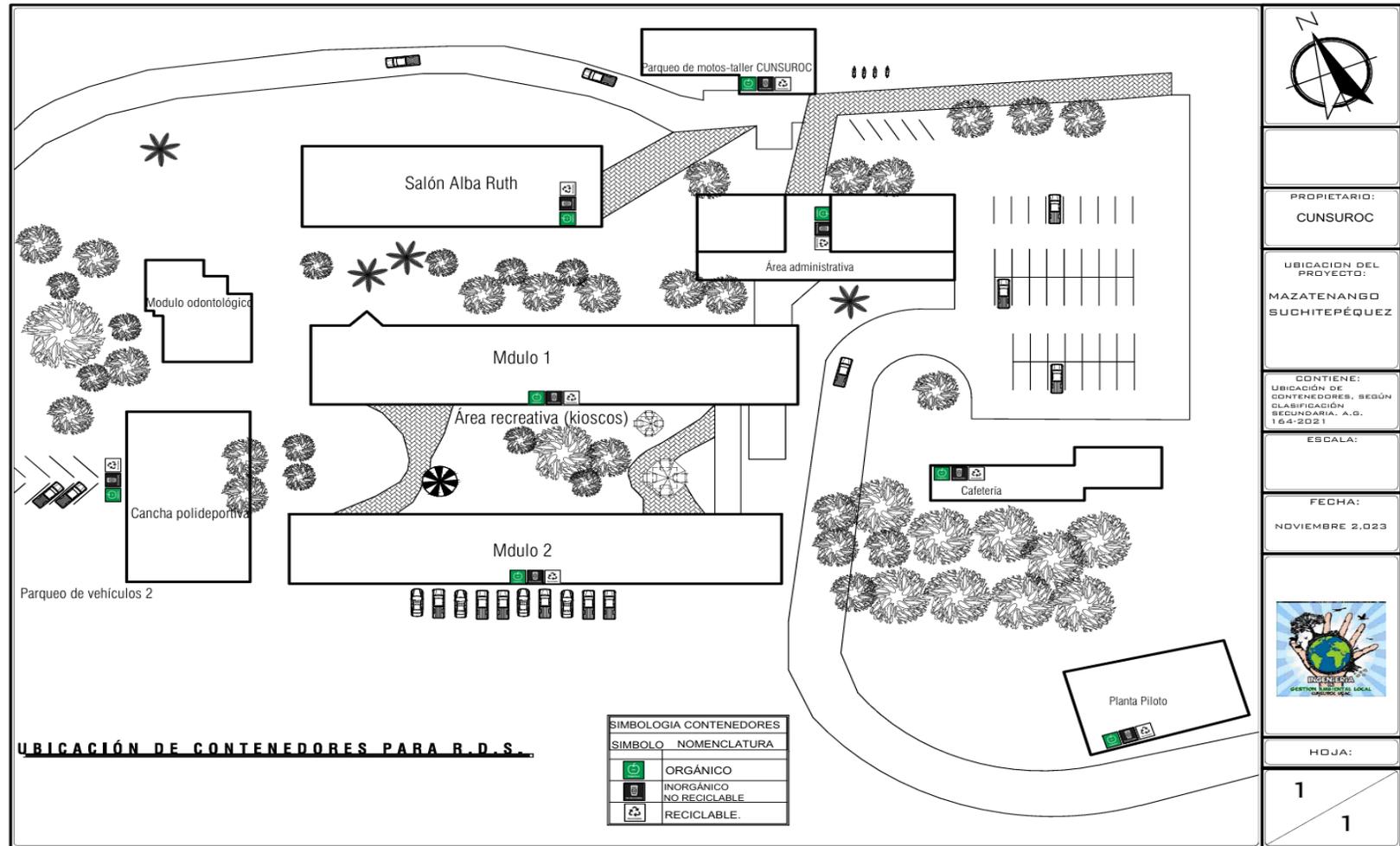
Con base al total de contenedores calculados, se diseña un croquis para proponer la ubicación de los mismos, en las áreas con mayor flujo de personas del CUNSUROC y poder almacenar el volumen de residuos y desechos sólidos, que genera la institución.

En el croquis se identifican tres iconografías en función de la clasificación secundaria (orgánico, inorgánico y reciclable), de la actualización del Reglamento para la Gestión Integral de los residuos y desechos sólidos comunes. A continuación, se describen las áreas de ubicación y el total de contenedores por área, aplicando la clasificación secundaria:

- a) Para el área del módulo uno y dos, se proponen seis grupos de tres contenedores de almacenamiento, (orgánico, inorgánico y reciclable) ubicando un grupo en cada nivel, en la figura 13 se representa la ubicación.

- b) Para el salón Alba Ruth, área administrativa, cancha polideportiva, taller, cafetería y planta piloto se propone un grupo de contenedores por área (orgánico, inorgánico y reciclable) los cuales tendrán la capacidad de almacenar los residuos y desechos sólidos, generados. (ver figura 13).

Figura 13 Ubicación de contenedores de basura en función de la clasificación secundaria del Acuerdo 164-2021



5.3.3.2 Propuesta de rutas de recolección de los residuos y desechos sólidos en las áreas del CUNSUROC, hacia almacenamiento temporal.

Es necesario tener en cuenta que la recolección de residuos y desechos sólidos, se deben realizar a diario, para evitar malos olores en los pasillos, descomposición de la basura orgánica y la atracción de animales como moscas, perros etc.

A continuación, se presenta un croquis de la propuesta de rutas a seguir por el personal que se encargue de recolectar la basura clasificada, que estarán distribuidos en las 12 áreas mencionadas del CUNSUROC, el cual deberá trasladarse a la planta de almacenamiento temporal. Las rutas del croquis están identificadas por color, así mismo se describen las áreas principales en donde estarán ubicados los contenedores. (ver figura 14)

Es importante no utilizar bolsas plásticas en los contenedores, para evitar un gasto extra, se recomienda utilizarlas cuando los residuos y desechos sólidos, ya estén depositados en la planta a proponer. La utilización de bolsas plásticas dependerá del tratamiento del ente encargado al momento de realizar la recolección en la planta de almacenamiento temporal.

Figura 14 Mapa de propuesta de rutas de recolección de los residuos y desechos sólidos, hacia propuesta de planta de almacenamiento del CUNSUROC.

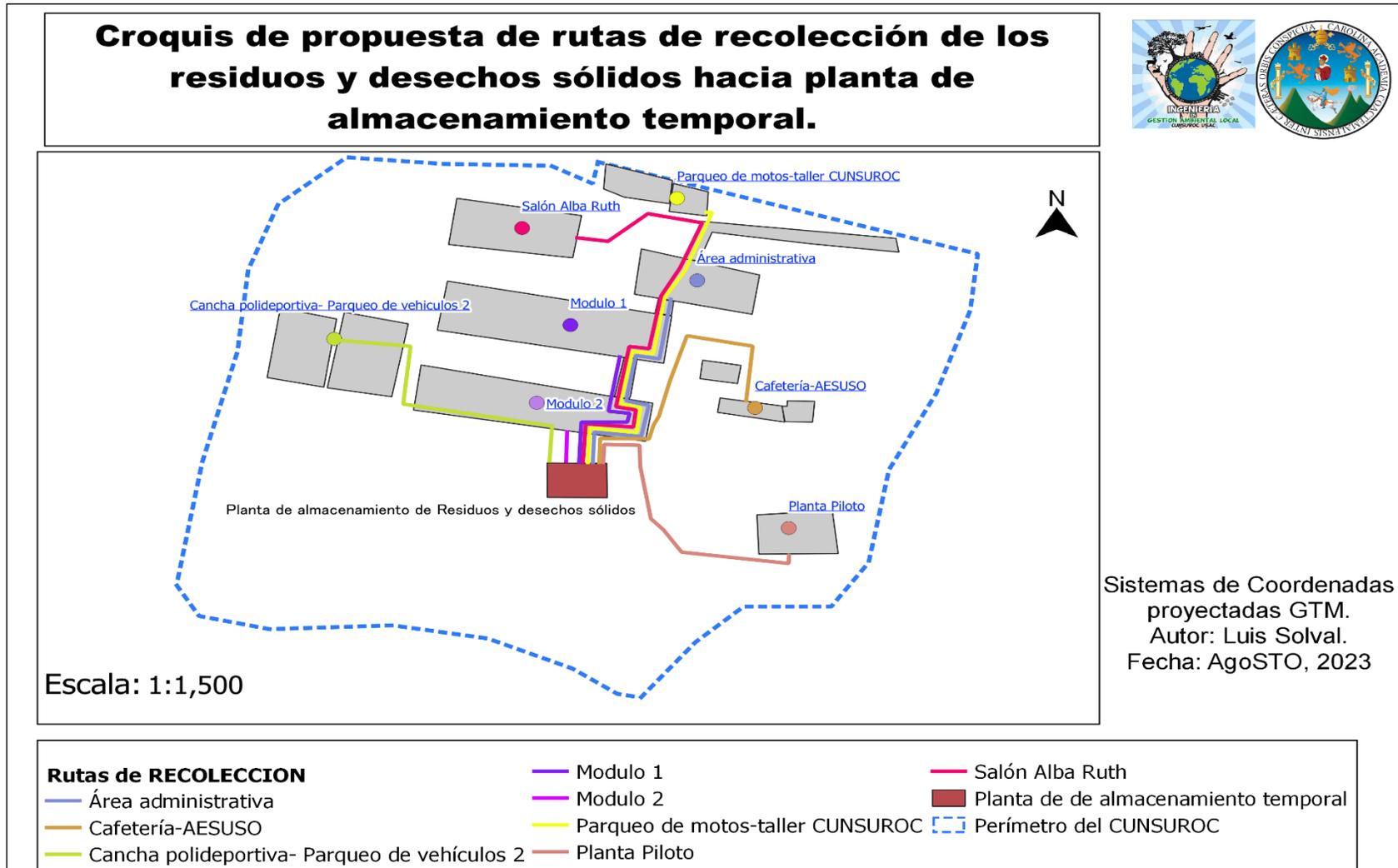


Tabla 6 Propuesta de área de disposición final de residuos y desechos sólidos según la propuesta.

Área para depositar los residuos y desechos provenientes de los almacenamientos provisionales								
Área de recepción de basura	Planta Piloto	Salón Alba Ruth	Modulo odontológico	Cafetería	Parqueos	Kioscos	Áreas verdes	Áreas administrativas
Planta de almacenamiento temporal								

Tabla 7 Propuesta de área de disposición final de residuos y desechos sólidos

Área para depositar los residuos y desechos provenientes de los almacenamientos provisionales						
Área de recepción de basura	Modulo 1			Modulo 2		
	Primer nivel	Segundo nivel	Tercer nivel	Primer nivel	Segundo nivel	Tercer nivel
Planta de almacenamiento temporal						

En las tablas anteriores se describe la nueva metodología de disposición final de residuos y desechos sólidos, posterior a ser recolectados en las áreas del centro, de acuerdo a la propuesta planteada, la cual indica que: serán depositados en la planta de almacenamiento temporal. Los dos almacenamientos temporales actuales del CUNSUROC deben eliminarse, debido a que no cuentan con las condiciones adecuadas. en la figura 14 se observan las rutas a utilizar por el personal de conserjería al momento de la recolección.

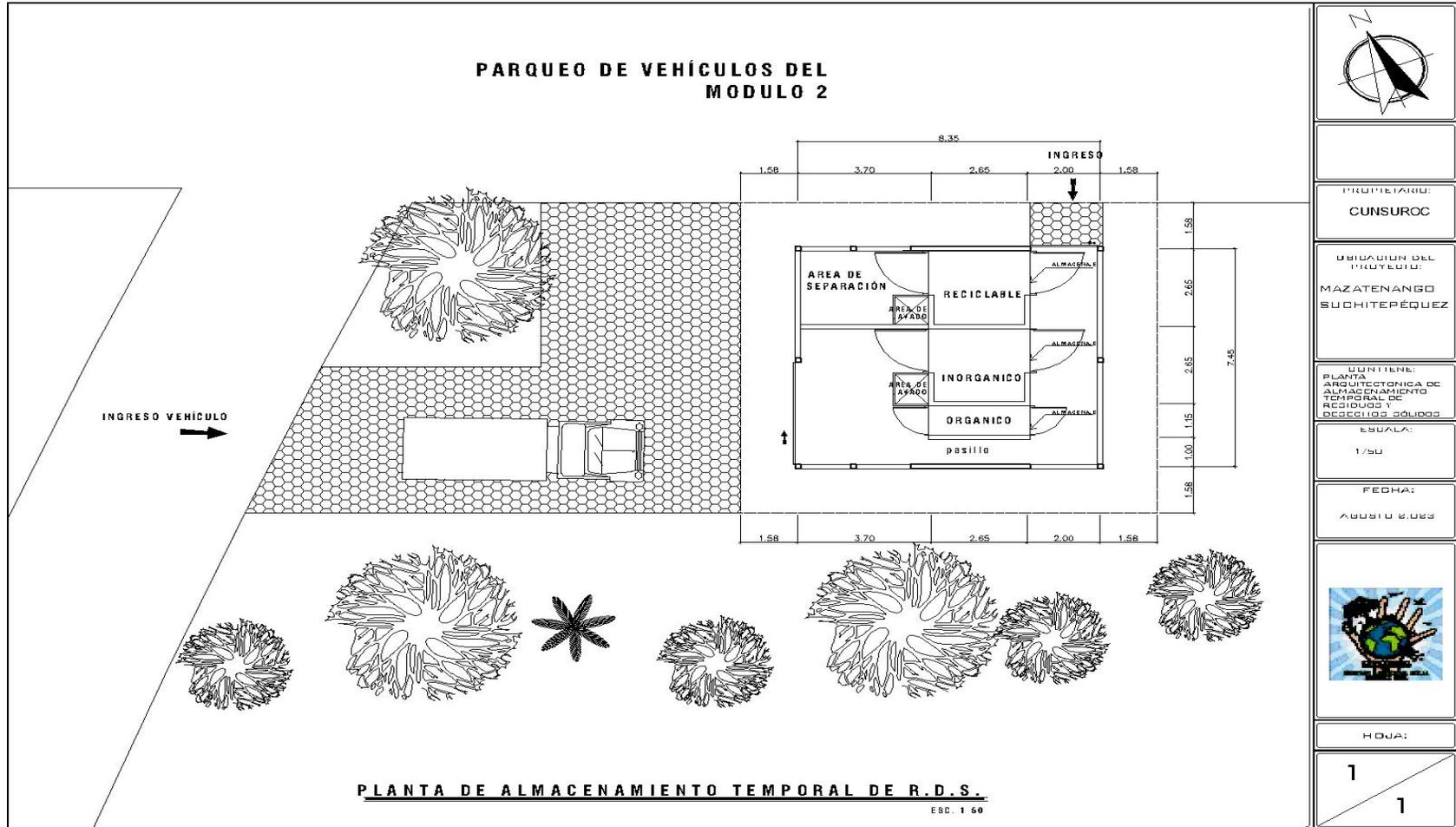
5.3.4 Propuesta de planta arquitectónica de almacenamiento temporal de residuos y desechos sólidos en el CUNSUROC.

Para la propuesta del diseño de la planta, se consideró el volumen obtenido en metros cúbicos (m³) de la caracterización, de cada categoría producidos en una semana, luego se utilizó el volumen de basura generado en tres días en función del tiempo máximo de almacenaje, según el artículo 18, inciso (a) del Acuerdo Gubernativo 164-2021, por tanto, la recolección por parte del camión recolector debe efectuarse como máximo a las 72 horas.

Tabla 8 Capacidad de la planta en relación a la densidad obtenida de la caracterización.

Volumen semanal (M³)		
Orgánico	inorgánicos / no reciclable	Reciclables
0.27	5.31	3.31
Volumen de cámaras de almacenamiento (M³)		
Orgánico cámara de 1*2.80*0.40 mts	inorgánicos / no reciclable cámara de 2.50*2.50*0.40	Reciclables Cámara de 2.50*2.50*0.40
1.12	2.5	2.50
Volumen de residuos y desechos sólidos * 3 días (M³)		
Orgánico	inorgánicos / no reciclable	Reciclables
0.11	2.27	1.41

Figura 15 Propuesta de planta de almacenamiento de residuos y desechos sólidos del CUNSUROC



5.3.5 Análisis económico aplicando la propuesta

Con base en los kilogramos obtenidos en la caracterización de los residuos que se pueden reciclar la ciudad y en conjunto con la cotización realizada en una empresa de reciclaje de Mazatenango, se obtuvo que, en una semana se obtendría una ganancia de Q69.30, al momento de realizar la propuesta planteada, es importante resaltar que algunos residuos como latas y el papel no llegan a los almacenamiento temporales, porque algunas personas del centro educativo recolectan los residuos para posteriormente venderlo, si se logra la captación de estos desechos se pueden obtener mejores ganancias, "podrían promoverse incentivos".

Se recomienda cambiar la venta productos PET en las cafeterías, por latas para aumentar costos al momento de aplicar la propuesta. A continuación, se presenta una tabla del análisis económico realizado:

Cuadro 6 Análisis económico de las ganancias a obtener en una semana con la propuesta.

Análisis económico			
Tipo de residuo a vender	Cantidad generada en el CUNSUROC (Lb)	Precio compra de (Lb) por residuo en el mercado (Empresa Eco reciclaje)	Ganancias a obtener semanal
Latas	14.96	Q3.50	Q52.36
Plástico (PET)	42.7	Q0.10	Q4.27
Plástico soplado (PAD)	6.77	Q0.40	Q2.71
Vidrio	23.54	Q0.15	Q3.53
Papel	3.3	Q0.30	Q0.99
Cartón	36.3	Q0.15	Q5.45
Total			Q69.30

Para el aprovechamiento de los residuos orgánicos es recomendable realizar composteras, a manera de utilizar el producto final en actividades agrícolas que se llevan a cabo dentro del CUNSUROC.

Para los desechos inorgánicos la disposición será a través del camión recolector, tomando en cuenta que habría una reducción de costos, debido a que se descontarían los kilogramos de residuos reciclados y orgánicos, ya que se les daría un aprovechamiento correcto y beneficiosos para la universidad.

Tabla 9 Reducción de costos en el tren de aseo en función de la propuesta planteada

Reducción mensual proyectada en el tren de aseo, según la propuesta planteada			
Costo actual mensual del tren de aseo	(%) porcentaje de reducción de basura aprovechando los residuos orgánicos y reciclables	Equivalente económico del 40 % del costo de reducción del tren de aseo	Nuevo costo mensual del tren de aseo, al llevarse solo los desechos no recuperables
Q600.00	40%	Q 240.00	Q 360.00

El costo total mensual actual se define en Q600.00, que corresponde a recolectar los residuos y desechos orgánicos, reciclables y no reciclables, no obstante ante propuesta planteada, se pretende disminuir la cantidad generada, dándole prioridad a los residuos orgánicos y reciclables, que corresponden el 40% del total producido y que económicamente se define en Q240.00 quetzales menos del total mensual, lo cual indica una reducción en costos, cabe mencionar que pudiese haber otra reducción, si se llegara a cumplir la Política de cero uso de productos de poliestireno y plástico no reciclable, de la USAC, con ello disminuiría en gran parte el producto no reciclable, por tanto se reduciría aún más el costo mensual de recolección establecido en la propuesta. Es importante mencionar que la cuota actual se definió con base a la cantidad de días que el camión recolector utiliza, en función de un volumen ya calculado por el mismo, por lo tanto, a menor volumen, menor cantidad de días utilizados de recolección, tomando en cuenta que, según el Acuerdo Gubernativo 164-2021, los residuos solo pueden almacenarse durante un máximo de 72 horas.

Tabla 10 Ganancias proyectadas en función de darles un mejor aprovechamiento de los residuos y desechos sólidos en el CUNSUROC.

Ganancias proyectadas	
Ganancias de venta de residuos reciclados	
Mensual	Anual
Q277.20	Q3,326.40
Reducción del 40% del costo total del tren de aseo (equivalente residuos reciclados y orgánicos)	
Mensual	Anual
Q240.00	Q2,880.00
Total, de ganancias anuales en base a la propuesta	
Ganancia anual residuos reciclados	Q3,326.40
Reducción anual de costo del tren de aseo en función del 40%	Q2,880.00

La tabla anterior corresponde a la descripción de ganancias anuales, con un monto de Q3,326.40 equivalente al vender los residuos reciclables, que tienen valor en el mercado de la región, de igual manera se explica la reducción del costo del total del tren de aseo, al momento de eliminar la carga de residuos orgánicos y reciclables, se tendrán como resultado las cantidades mencionadas en la tabla 9.

5.4 Propuesta de socialización del funcionamiento de la propuesta.

Tomando en cuenta los resultados anteriores, se proponen metodologías, dirigido a estudiantes y docentes, con ello dar conocer la propuesta planteada en función de distintas actividades.

5.4.1 Objetivo

Divulgar a la población del CUNSUROC, con temas sobre el manejo adecuado de los residuos y desechos sólidos, en función de la propuesta.

5.4.2 Descripción

La propuesta tiene como objetivo proyectar una serie de actividades para orientar al personal operativo y a los estudiantes del centro educativo, sobre las metodologías correctas a seguir. Esto permitirá alcanzar los objetivos establecidos y reducir la contaminación por residuos y desechos sólidos generados en el centro.

Las actividades presentadas detallan las metodologías ordenadas a seguir, al momento de partir con la investigación.

A continuación, se presenta un cuadro, con actividades propuestas al momento de poner en práctica la investigación planteada:

Tabla 11 Propuesta de actividades orientadas al buen funcionamiento de la propuesta.

Acciones	Actividades	Objetivo	Dirigido a	Descripcion	Tiempo
Conferencias	Programa de educación ambiental	Promover el manejo adecuado de los residuos y desechos, y su importancia al realizar buenas prácticas con ellos, dentro y fuera del CUNSUROC.	Estudiantes y personal operativo del CUNSUROC.	A través de charlas, se brinda a las personas el conocimiento necesario sobre el manejo adecuado de residuos y desechos sólidos, destacando su importancia y los daños que causan. Estas actividades buscan profundizar en el tema para beneficiar la propuesta.	2 charlas por año
	Programa de sensibilización de la política de cero uso de productos de poliestireno y plástico no reciclable en la USAC	Divulgar por medio de charlas y medios virtuales, los objetivos y la importancia de la política.		Tiene como finalidad divulgar la política, enseñando las prohibiciones que esta establece.	
Mitigaciones	Practicar la política de cero uso de productos de poliestireno y plástico no reciclable en la USAC, y crear sanciones por incumplimiento	Prohibir el uso de productos de duroport y plástico no reciclable, que contaminen al medio ambiente.	Personal operativo del CUNSUROC.	Reducir la producción de desechos no reciclables para disminuir su volumen y, consecuentemente, bajar el costo del servicio de recolección.	Indefinido
	Creación de área designada para la protección ambiental del CUNSUROC.	Llevar un control para el mejoramiento ambiental.		Dirigir acciones autoritativas para el buen funcionamiento de la propuesta.	

	Promoción de la propuesta	Divulgar la propuesta de sistema de gestión de residuos y desechos sólidos, en el Centro Universitario de Suroccidente.	Una vez asignada el área para la protección ambiental, se propone que realicen la divulgación mediante charlas y material virtual, de manera que tanto estudiantes como personal operativo estén informados.	2 charlas por año
--	---------------------------	---	--	-------------------

VI. Conclusiones

- En el manejo actual de los residuos y desechos sólidos del CUNSUROC, se definieron cuatro etapas: generación, almacenamiento en recipientes provisionales, recolección interna y disposición final de los mismos.
- Se tiene una producción per cápita de 0.0095 kilogramo/hab/día. La densidad calculada de los residuos y desechos sólidos generados es de 138.44 kg/m³ para desechos de tipo orgánicos, 18.19 kg/m³ para desechos de tipo reciclable y 27.75 kg/m³ para desechos de tipo no recuperable. La composición física de los residuos y desechos sólidos fue de 16% de residuos orgánicos, 24% de residuos reciclables y 60% de basura inorgánica. Las categorías analizadas fueron en función de la clasificación secundaria del Acuerdo Gubernativo 164-2021.
- En el cálculo de recipientes, se obtuvo que, se requiere un total de 36 recipientes, con capacidad de 135 litros, capacitados para almacenar el volumen de residuos y desecho sólidos de cuarenta y ocho horas, según el tiempo de recolección establecido por el camión recolector.
- Para la disposición de los contenedores de basura, se establecieron agrupaciones de tres según la clasificación secundaria, distribuidas en las 12 zonas de mayor afluencia de personas del centro: módulo uno (cuenta con tres niveles), módulo dos (cuenta con tres niveles), cancha polideportiva, salón Alba Ruth, taller del CUNSUROC, área administrativa, cafetería y planta piloto.
- Para la propuesta de rutas de recolección, se presentó ilustrativamente doce áreas del CUNSUROC, las cuales coinciden con la ubicación de los contenedores, que a partir de líneas se identificó las rutas a seguir por el personal de conserjería

durante el proceso de recolección de basura, hacia la planta de almacenamiento, para su disposición.

- Para la propuesta de diseño de la planta de almacenamiento temporal, se consideraron 3 cámaras según la clasificación presentada (orgánico inorgánico y reciclable), con capacidad volumétrica para setenta y dos horas, quedando de: 1.12m³ para orgánico, 2.50m³ inorgánico y 2.50 m³ reciclable.
- Se dedujo que al vender los residuos reciclables generaría una ganancia anual de Q3,326.40, además, se reducirían los costos mensuales del servicio de recolección en un 40%, pasando de Q600.00 a Q360.00, debido a la eliminación de residuos orgánicos y reciclables del volumen total.
- Se dio a conocer propuestas de socialización a razón de poner en práctica lo dado en la investigación, siendo estas conferencias y mitigaciones, las cuales contarán con actividades, sus objetivos, a quien va dirigido, la descripción de la actividad y el tiempo para su implementación.

VII. Recomendaciones

1. Realizar capacitaciones constantes a estudiantes y personal, en función del cumplimiento de la propuesta de sistema de gestión de residuos y desechos sólidos, en el Centro Universitario de Suroccidente
2. Aplicación del punto séptimo, inciso 7.1, Acta No. 23-2018: Política de cero uso de plástico y productos de poliestireno de la Universidad de San Carlos de Guatemala, a manera de reducir el costo del tren de aseo.
3. Dar seguimiento a la propuesta planteada a manera de aportar mejoras en función de los cambios administrativos y ambientales del CUNSUROC.
4. Poner en funcionamiento la propuesta de sistema de gestión de residuos y desechos sólidos, en el Centro Universitario de Suroccidente y evitar sanciones por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales por incumplimiento del reglamento para la gestión integral de los residuos y desechos sólidos en el CUNSUROC.

VIII. Referencias

Barrientos, M. A. (2018). *Producción per cápita, guía para elaborar estudios de caracterización de los residuos y desechos sólidos comunes*.
<file:///C:/Users/Acer/Downloads/Guia-para-elaborar-Estudios-de-Characterizacion-de-Residuos-Solidos-Comunes.pdf>

BESTON GROUP LTD. (2024). *Planta de tratamiento de residuos sólidos*
<https://www.bestoneco.com/planta-de-tratamiento-de-residuos/>

Cervantes, O. (2019). *Informe final de servicios realizados en Centro Universitario de Suroccidente*. Mazatenango. [Informe final de EPS de la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local] Universidad de San Carlos de Guatemala.

Consortio Provincial de Residuos Sólidos Urbanos. (2023). *Residuos orgánicos*.
https://consorciorsumalaga.com/?page_id=144

Centro Universitario de Suroccidente. (2023). *Registro de estadística de estudiantes del año 2023*. Hojas Movibles.

Data, C. (sf). *El clima*
<https://es.climate-data.org/america-del-norte/guatemala/suchitepequez-950/>

Ferrovial. (2024). *Clasificación de residuos*
<https://www.ferrovial.com/es/recursos/clasificacion-de->

Herrera, V. (2022). *Guía para la identificación gráfica de residuos sólidos.*

<https://agn.gt/anuncian-avances-de-guias-tecnicas-ambientales-para-la-gestion-integral-de-residuos/>

Instituto Tecnológico de Culiacán. (s.f.). *Manejo de desechos sólidos.*

<https://www.culiacan.tecnm.mx/wp-content/uploads/2019/09/TRIPTICO-RESIDUOS-SOLIDOS.pdf>

Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (2018). *Guía para elaborar estudios de caracterización de residuos sólidos comunes.*

https://reciclalos.com/assets/downloads/1634839935Guia_Caracterizaci%C3%B3n_de_Residuos_S%C3%B3lidos_Comunes.pdf

Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (2023). *Material de apoyo, dirección para el manejo de residuos y desechos sólidos.*

<https://www.marn.gob.gt/viceministro-de-recursos-naturales-y-cambio-climatico/los-residuos-y-desechos-solidos/material-de-apoyo-dimards/>

Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (2021). *Reglamento para la gestión integral de los residuos y desechos sólidos comunes.*

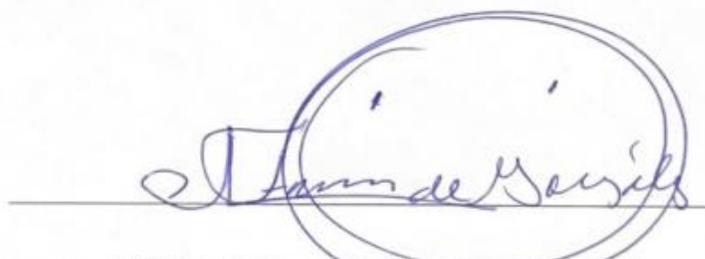
<file:///C:/Users/Acer/Desktop/EPS%20LUIS%20SOLVAL/Reglamentos/AG-164-2021-Reglamento-para-la-Gestion-Integral-de-Residuos-y-Desechos-Solidos-Comunes.pdf>

Paz, C. (2023). Historia y tipo de institución en el CUNSUROC [Actualización del manual de organización Centro Universitario de Suroccidente].

Quiñónez, S.(2012). *Caracterización cualitativa y cuantitativa de los desechos sólidos generados en el área urbana de Santo Domingo Suchitepéquez en el mes de agosto de 2012*. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/22/22_0177.pdf

RECYTRANS. (2023). *Definición de reciclaje*.
<https://www.recytrans.com/blog/que-es-el-reciclaje/>

Sical Cruz, M. E. (2015). *Flora en mazatenango suchitepéquez*.
http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/03/03_0951_v3.pdf



Vo. Bo. Lcda. Ana Teresa de González

Bibliotecaria CUNSUROC.



IX. Anexos



*UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE
CARRERA INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL*



Formato de entrevista a estudiantes y personal operativo que conforma el CUNSUROC

Nombre de la persona entrevistada _____

1. ¿En qué tipo de actividades realizadas en el CUNSUROC, genera o desecha residuos y desechos sólidos?

2. ¿Qué tipo de residuo y desecho sólido genera en relación con sus actividades realizadas en el CUNSUROC?



Formato de entrevista al encargado del camión recolector

Nombre de la persona entrevistada _____

1. ¿Qué días realiza la recolección de los residuos y desechos sólidos en el CUNSUROC?
2. Según los días de recolección, ¿cuántos toneles de basura recolecta?
3. ¿Cuál es la tarifa establecida para el CUNSUROC al mes?
4. ¿Qué capacidad es el camión recolector?



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE
CARRERA INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL



Formato de entrevista a encargados de conserjería

Nombre de la persona entrevistada _____

1. ¿Quiénes se encargan de recolectar los residuos y desechos sólidos de los contenedores ubicados en diferentes puntos del CUNSUROC?
2. ¿Cuáles son los días para recolectar los residuos y desechos sólidos en el CUNSUROC?
3. ¿Cuáles son las áreas del CUNSUROC que tiene para trabajar, al momento de realizar la recolección de residuos y desechos sólidos?
4. ¿Qué área del CUNSUROC utiliza para disponer los residuos y desechos que recolecta en su área de trabajo?
5. ¿Con que frecuencia lava los contenedores para almacenar los residuos y desechos sólidos, que genera el personal que conforma el CUNSUROC?

Tabla 12 Colores de identificación de residuos y desechos sólidos según reforma del Acuerdo Gubernativo 164-2021.

Colores de identificación de residuos y desechos sólidos, en función de la reforma del Acuerdo Gubernativo 164-2021.		
Clasificación secundaria		
Orgánico	Inorgánico	No reciclable

Tabla 13 Densidades de residuos desechos sólidos encontrados en el CUNSUROC

Tabla de densidades de residuos y desechos sólidos según su composición física del CUNSUROC.		
Composición Física	Kilogramos (kg)	Porcentaje (%)
Orgánico	38.5 kg	16%
Papel seco	1.5 kg	0.61%
Cartón seco	16.5 kg	6.67%
Vidrio transparente	10.5 kg	4.24%
Vidrio verde	0.1 kg	0.04%
Vidrio café	0.1 kg	0.04%
Plástico (pet transparente)	14.7 kg	5.94%
Plástico (pet celeste)	4.11 kg	1.66%
Plástico (pet verde)	0.6 kg	0.24%
polietileno de alta densidad (PAD)	3.08 kg	1.24%
Latas	6.8 kg	2.75
Multicapa	2.05 kg	0.83%
Vasos plasticos- cucharas plásticas - pajillas	23.1 kg	9.33%
Duroport	8.35 kg	3.37%
Bolsas plásticas manchadas	12.4 kg	5.01%
Papel mojado- cartón mojado	26 kg	10.51%
Otros	79.1 kg	31.96%

Figura 16 Ejemplo de identificación de residuos orgánicos con su iconografía y color.

ORGÁNICO



 **Conoce algunos ejemplos de residuos que puedes colocar en esta clasificación**

- Restos de frutas y verduras
- Restos de jardinería
- Restos de comida
- Aserrín de madera
- Hortalizas o cereales
- Corchos
- Frutos secos
- Hojas secas
- Semillas.
- Ramas
- Cáscaras de huevo
- Hojas de tamal
- Restos de flores
- Filtros y restos café
- Fibras vegetales
- Filtros y restos té
- Restos de madera
- Pan y tortillas
- Polvo
- Productos de tipo compostable
- Algodón



Identificación gráfica

ICONOS





COLORES

ORGÁNICO - VERDE



C 76% M 0% Y 85% K 0%
R 0 G 180 B 81
Hex #00B451
Montserrat Bold

Fuente: Guía de tipificación iconográfica de los residuos y desechos sólidos comunes del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2023.

Figura 17 Ejemplo de identificación de residuos reciclables con su iconografía (1)

RECICLABLE

 **Conoce algunos ejemplos de residuos que puedes colocar en esta clasificación**

- Periódicos
- Revistas
- Folletos
- Libros
- Fotocopias
- Papel ecológico
- Cuadernos
- Cajas de calzado
- Carton de huevo
- Cartón de papel higiénico
- Papelería en general
- Envases de jugos
- Envases de bebidas y alimentos
- Envases tipo brick
- Envases de alimentos
- Latas de bebidas
- Latas de alimentos
- Ganchos para ropa



Identificación gráfica

ICONOS


 Reciclable


 Reciclable

COLORES

RECICLABLE - BLANCO/NEGRO

C 0% M 0% Y 0% K 100%
 R 0 G 0 B 0
 Hex #000000

C 0% M 0% Y 0% K 0%
 R 255 G 255 B 255
 Hex #FFFFFF
 Montserrat Bold

Fuente: Guía de tipificación iconográfica de los residuos y desechos sólidos comunes del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2023.

Figura 18 Ejemplo de identificación de residuos reciclables con su iconografía (2).

RECICLABLE

Conoce algunos ejemplos de residuos que puedes colocar en esta clasificación

- Artículos de hierro (tornillos)
- Papel aluminio
- Utensilios de cocina
- Botellas de bebidas
- Frascos de alimentos
- Frascos de perfumes
- Vidrio quebrado (sepáralo para evitar accidentes)
- Botellas de bebidas
- Envases de productos de limpieza
- Envases de shampoo, jabón, etc
- Bolsas de supermercado
- Film transparente
- Tapones de botellas
- Pajillas

Reciclable

En esta clasificación se incluyen estos tipos de plástico

Fuente: Guía de tipificación iconográfica de los residuos y desechos sólidos comunes del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2023.

Figura 19 Ejemplo de identificación de residuos no reciclables con su iconografía (1).

NO RECICLABLE



Conoce algunos ejemplos de desechos que puedes colocar en esta clasificación



No reciclable

- Colillas de cigarro
- Envolturas metálicas
- Papel higiénico, pañales y toallas sanitarias (sepáralo en bolsa aparte)
- Tubos de pasta dental
- Encendedores desechables
- Excrementos de animales
- Pañales, compresas, o cualquier otro producto de salud e higiene de un solo uso (desechos sanitarios)
- Corchos de botella de plástico o resina.
- Arena para gatos
- Pelo
- Piedras o arena
- Productos de limpieza usados en casa







ICONOS



NO RECICLABLE - NEGRO

C 0% M 0% Y 0% K 100%
R 0 G 0 B 0
Hex #000000
Montserrat Bold

Fuente: Guía de tipificación iconográfica de los residuos y desechos sólidos comunes del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2023.

Figura 20 Ejemplo de identificación de residuos no reciclables con su iconografía (2).

NO RECICLABLE

 **Conoce algunos ejemplos de desechos que puedes colocar en esta clasificación**

- Papel sucio (manchados de grasa, pintado)
- Papel mantequilla
- Papel plastificado
- Papel fotográfico
- Papel fax
- Etiquetas adhesivas
- Papel de alimentación (carnicerías/pescaderías)
- Empaques laminados de frituras, alimentos o productos
- Latas de pintura
- Latas de aerosoles
- Espejos
- Frascos de medicamentos
- Bombillos
- Termómetros
- Cristalería de laboratorio
- Cerámica
- Tubos PVC
- Juguetes
- Bandejas, platos y vasos de duroport
- Piezas de autos. Discos (CDs y DVDs)



No reciclable





En esta clasificación se incluyen estos tipos de plástico





PVC
PS
OTROS

ICONS



No reciclable



No reciclable



No reciclable

COLORES

NO RECICLABLE - NEGRO

C 0% M 0% Y 0% K 100%
R 0 G 0 B 0
Hex #000000
Montserrat Bold

Fuente: Guía de tipificación iconográfica de los residuos y desechos sólidos comunes del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2023.

Tabla 14 Características de los contenedores propuestos.

Características	
Aplicación	Abierto con tapa
Capacidad	135lt
Color	Negro
Dimensión del empaque (cm)	139 x 53 x 60
Marca	Kartell
Material	Plástico
Medida	1/4x1 pulgadas
Tipo de uso	Domestico



Figura 21 Perfil de contenedor de 135 litros.



Figura 22 Vista interior del contenedor de 135 litros.



Figura 23 Caracterización de los residuos y desechos sólidos en el CUNSUROC



Figura 24 Obtención de volúmenes de los residuos y desechos sólidos en el CUNSUROC



Figura 25 Obtención de kilogramos de los residuos y desechos sólidos en el CUNSUROC



Figura 26 Estado actual de almacenamiento temporal dos en el CUNSUROC.



Figura 27 Estado actual de almacenamiento temporal uno en el CUNSUROC.



Figura 28 Recolección actual de los residuos y desechos sólidos por parte de empleados del camión recolector





Mazatenango, 03 de julio, 2024

Coordinadora de Carrera
Ingeniería en Gestión Ambiental Local
Centro Universitario de Sur Occidente

Muy respetuosamente me dirijo a usted, para presentarle el informe final de Investigación Inferencial titulado: "Propuesta de sistema de gestión de residuos y desechos sólidos, en el Centro Universitario de Suroccidente", realizado por el estudiante Luis Estuardo Solval Cux, carne 201841372, dentro del Programa de Ejercicio Profesional Supervisado de la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local -EPSIGAL-.

Por lo tanto, en mi calidad de supervisora de Ejercicio Profesional Supervisado, solicito que de acuerdo con el artículo seis, inciso 6.4 de Normativo de Trabajo de Graduación; pueda darse el trámite correspondiente para poder ser considerado como Trabajo de Graduación, para la obtención del título de Ingeniería en Gestión Ambiental Local.

Con altas muestras de estima y respeto.

Atentamente

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Karen Rebeca Pérez Cifuentes'.

MSc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes

Supervisora de EPSIGAL

Ingeniería en Gestión Ambiental Local

Mazatenango 07 agosto 2024

MSc. Lcda. Karen Rebeca Pérez Cifuentes
Coordinadora de Carrera
Ingeniería en Gestión Ambiental Local
Centro Universitario de Sur Occidente

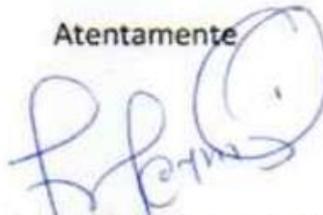
Estimada Maestra Pérez:

Muy respetuosamente me dirijo a usted, para manifestarle que de acuerdo con el artículo 9, del Normativo de Trabajo de Graduación, de la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local, he realizado la revisión y observaciones de la investigación titulada **"PROPUESTA DE SISTEMA DE GESTIÓN DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS, EN EL CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE, USAC"**, presentada por el estudiante: Luis Estuardo Solval Cux, quien se identifica con número de carné 201841372.

Por lo tanto, en mi calidad de revisora le informo que después de realizar el proceso para el cual fui asignada y luego de verificar la incorporación de las observaciones a la investigación, procedo a dar visto bueno al documento para que continúe el proceso respectivo.

Con altas muestras de estima y respeto.

Atentamente



Inga. Agra. Mirna Lucrecia Vela
Supervisora de EPSIGAL
Ingeniería en Gestión Ambiental Local



Mazatenango 13 de agosto, 2024

Lic. Luis Carlos Muñoz López
Director en Funciones
Centro Universitario del Suroccidente

Respetable Señor Director:

De la manera más atenta, me dirijo a usted para referirle el Informe Final de Trabajo de Graduación titulado "**Propuesta de sistema de gestión de residuos y desechos sólidos, en el Centro Universitario de Suroccidente, USAC**", del estudiante **Luis Estuardo Solval Cux** carné número **201841372**, de la Carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local.

Con base en el dictamen favorable emitido y suscrito por el revisor del informe, el cual fue corregido de acuerdo a las recomendaciones indicadas.

Por lo tanto, en mi calidad de Coordinadora de la Carrera, me permito solicitarle el **IMPRÍMASE** respectivo para que el estudiante continúe con el proceso de mérito y pueda presentarlo en el Acto Público de Graduación.

Sin otro particular.

Recibido
M
13/08/24

MSc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes
Coordinadora de Carrera
Ingeniería en Gestión Ambiental Local
CUNSUROC





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE
MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ
DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO

CUNSUROC/USAC-I-102-2024

DIRECCION DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE,
Mazatenango, Suchitepéquez, el diecisiete de septiembre de dos mil veinticuatro-----

Encontrándose agregados al expediente los dictámenes del Asesor y Revisor, se autoriza la impresión del Trabajo de Graduación Titulado: **"PROPUESTA DE SISTEMA DE GESTIÓN DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS, EN EL CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE, USAC"** del estudiante: **Luis Eduardo Solval Cux**, Carné **201841372 CUI: 3227 24074 1001** de la Carrera Ingeniería en Gestión Ambiental Local.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

M.A. Luis Carlos Muñoz López
Director



/gris