



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

**GESTIÓN INTEGRAL MUNICIPAL DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS, SEGÚN
ACUERDO GUBERNATIVO 281-2015 (GESTION DE DESECHOS) DEL MINISTERIO DE
AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES, PARA MINIMIZAR IMPACTOS AMBIETALES EN
EL MUNICIPIO DE SAN JACINTO, CHIQUIMULA**

Teri Elvira Osorio Rivas

Asesorado por el Ing. Francisco Estuardo Castillo Larios

Guatemala, febrero de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**GESTIÓN INTEGRAL MUNICIPAL DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS, SEGÚN
ACUERDO GUBERNATIVO 281-2015 (GESTION DE DESECHOS) DEL MINISTERIO DE
AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES, PARA MINIMIZAR IMPACTOS AMBIETALES EN
EL MUNICIPIO DE SAN JACINTO, CHIQUIMULA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

TERI ELVIRA OSORIO RIVAS

ASESORADO POR EL ING. FRANCISCO ESTUARDO CASTILLO LARIOS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, FEBRERO DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Ismael Homero Jerez González
EXAMINADOR	Ing. William Abel Antonio Aguilar Vásquez
EXAMINADOR	Ing. Walter Leonel Avila Echeverría
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**GESTIÓN INTEGRAL MUNICIPAL DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS, SEGÚN
ACUERDO GUBERNATIVO 281-2015 (GESTION DE DESECHOS) DEL MINISTERIO DE
AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES, PARA MINIMIZAR IMPACTOS AMBIETALES EN
EL MUNICIPIO DE SAN JACINTO, CHIQUIMULA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 28 de julio de 2021.

Teri Elvira Osorio Rivas

Guatemala, 19 de octubre de 2021.

Ingeniero
Cesar Ernesto Urquizu Rodas
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería USAC
Ciudad Universitaria, Zona 12

Distinguido Ingeniero Urquizu:

Atentamente me dirijo a usted para hacer de su conocimiento que como asesor del trabajo de graduación del estudiante Teri Elvira Osorio Rivas, Carné número 200011056, cuyo título es **"GESTIÓN INTEGRAL MUNICIPAL DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS, SEGÚN ACUERDO GUBERNATIVO 281-2015 (GESTION DE DESECHOS) DEL MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES, PARA MINIMIZAR IMPACTOS AMBIENTALES EN EL MUNICIPIO DE SAN JACINTO, CHIQUIMULA"**, para optar al grado académico de Ingeniera Industrial, he procedido a la revisión de la tesis.

En tal sentido, en calidad de asesor doy mi anuencia y aprobación para que el estudiante Osorio Rivas, continúe con los trámites correspondientes.

Sin otro particular, me es grato suscribirme de usted.

Atentamente,



Francisco Estuardo Castillo Larios
Ingeniero Industrial
Colegiado No. 14,971

Ing. Francisco Estuardo Castillo Larios
Asesor



ESCUELA DE
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

REF.REV.EMI.005.022

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **GESTIÓN INTEGRAL MUNICIPAL DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS, SEGÚN ACUERDO GUBERNATIVO 281-2015 (GESTIÓN DE DESECHOS) DEL MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES PARA MINIMIZAR IMPACTOS AMBIENTALES EN EL MUNICIPIO DE SAN JACINTO, CHIQUIMULA**, presentado por la estudiante universitaria **Teri Elvira Osorio Rivas**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Renaldo Girón Alvarado
Ingeniero Industrial
Colegiado No. 5977

Ing. Renaldo Girón Alvarado
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, enero de 2022.

/mgp



ESCUELA DE
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

LNG.DIRECTOR.047.EMI.2022

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador de área y la aprobación del área de lingüística del trabajo de graduación titulado: **GESTIÓN INTEGRAL MUNICIPAL DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS, SEGÚN ACUERDO GUBERNATIVO 281-2015 (GESTION DE DESECHOS) DEL MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES, PARA MINIMIZAR IMPACTOS AMBIETALES ENEL MUNICIPIO DE SAN JACINTO, CHIQUIMULA**, presentado por: **Teri Elvira Osorio Rivas** , procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Firmada digitalmente por Cesar Ernesto Urquizu Rodas
Motivo: Ingeniero Industrial
Ubicación: Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, USAC
Colegiado 4,272, Periodo: enero a marzo año 2022

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


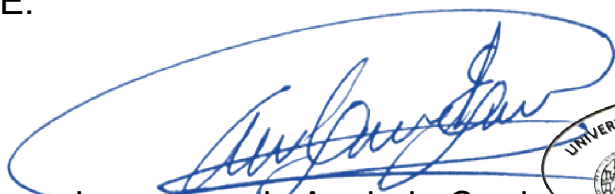
Guatemala, febrero de 2022

Decanato
Facultad de Ingeniería
24189101- 24189102
secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt

LNG.DECANATO.OI.120.2022

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **GESTIÓN INTEGRAL MUNICIPAL DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS, SEGÚN ACUERDO GUBERNATIVO 281-2015 (GESTION DE DESECHOS) DEL MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES, PARA MINIMIZAR IMPACTOS AMBIETALES ENEL MUNICIPIO DE SAN JACINTO, CHIQUIMULA**, presentado por: **Teri Elvira Osorio Rivas**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada

Decana

Guatemala, febrero de 2022

AACE/gaoc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por ser el pilar que sostiene cada uno de mis sueños y mi motivación para alcanzarlos.
Mis padres	Carlos Osorio (q. e. p. d.), e Irma Rivas, por su amor y apoyo que será siempre mi inspiración.
Mi hijo	Josué Guerra, por ser mi motor y quien me acompañó en cada página escrita.
Mis hermanos	Carolina, Marilyn y Charlie Osorio. Gracias por ser parte de mi vida.
Mis sobrinos	Fernanda y Saúl Marroquín, y Julián Arroyo. Espero les sirva de inspiración para seguir adelante y no permitir que nada los detenga.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Mi <i>alma máter</i> , por permitirme descubrir mi vocación, nunca me cansaré de aprender y compartir conocimiento.
Facultad de Ingeniería	Por cada una de las oportunidades que me brindó para descubrir y materializar mis sueños.
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial	Por compartir conmigo dificultades, retos, alegrías y este momento.
Mis amigos	Por estar listos para saltar el siguiente obstáculo en la carrera, sin miedo al éxito.
Catedráticos	Ing. José Rosal, e Ing. Juan Carlos Fuentes, por motivarme a seguir adelante y apoyarme en el proceso.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	IX
LISTA DE SÍMBOLOS	XIII
GLOSARIO	XV
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. ANTECEDENTES GENERLES.....	1
1.1. Departamento de Chiquimula	1
1.1.1. Información general	1
1.1.2. Ubicación geográfica	1
1.1.3. Población actual	2
1.2. Municipio de San Jacinto.....	3
1.2.1. Reseña histórica	3
1.2.2. Ubicación geográfica	3
1.2.3. Población e indicadores de crecimiento	4
1.3. Municipalidad de San Jacinto	5
1.3.1. Información general	5
1.3.2. Ubicación	5
1.3.3. Organización.....	6
1.3.4. Organigrama.....	7
1.3.5. Misión	8
1.3.6. Visión	8
1.3.7. Objetivos.....	8
1.4. Ministerio de ambiente y recursos naturales	8

1.4.1.	Competencias y funciones	9
1.4.2.	Misión	10
1.4.3.	Visión.....	10
1.4.4.	Objetivos estratégicos	10
1.4.5.	Organigrama	11
1.4.6.	Dirección para el manejo de residuos y desechos sólidos	13
1.5.	Acuerdo gubernativo 28-2015	13
1.5.1.	Fundamento legal.....	14
1.5.2.	Visión.....	14
1.5.3.	Alcances.....	15
1.5.4.	Objetivos	15
	1.5.4.1. General.....	15
	1.5.4.2. Específicos	16
1.5.5.	Principios.....	16
1.5.6.	Programas y líneas de la política	17
1.5.7.	Monitoreo de la política	19
1.6.	Sistema de gestión integral	22
1.6.1.	Evolución de la gestión de residuos sólidos	22
1.6.2.	Composición y propiedades	22
	1.6.2.1. Composición de los residuos.....	23
	1.6.2.2. Propiedades	23
1.6.3.	Tasa de generación.....	23
1.6.4.	Residuos y desechos sólidos	23
	1.6.4.1. Manipulación	24
	1.6.4.2. Separación	24
	1.6.4.3. Almacenamiento.....	25
	1.6.4.4. Procesamiento	26
	1.6.4.5. Recolección.....	26

1.6.4.6.	Transferencia.....	26
1.6.4.7.	Transporte	26
1.6.4.8.	Reciclaje	27
1.6.4.9.	Reutilización	27
1.6.4.10.	Disposición final de desechos sólidos	27
1.6.4.11.	Vertederos y rellenos sanitarios.....	27
2.	DIAGNOSTICO SITUACIONAL	29
2.1.	Municipio de San Jacinto.....	29
2.1.1.	Descripción del municipio	29
2.2.	Manejo actual del residuo y desechos sólidos.....	29
2.2.1.	Recurso humano	31
2.2.2.	Equipo y herramientas.....	32
2.2.3.	Cronograma de actividades.....	32
2.2.4.	Estadísticas de control.....	33
2.3.	Almacenamiento de los residuos y desechos sólidos.....	33
2.3.1.	Ubicación	34
2.3.2.	Cronograma del manejo y traslado.....	34
2.4.	Cobertura de recolección.....	35
2.4.1.	Tasa de generación	35
2.4.2.	Croquis de la ruta de recolección	35
2.4.3.	Análisis de cobertura actual.....	36
2.5.	Traslado de residuos y desechos sólidos	36
2.5.1.	Procedimiento para el traslado	36
2.6.	Disposición final.....	36
2.6.1.	Descripción del proceso	37
2.6.2.	Vertedero municipal.....	37
2.7.	Problemática ambiental y social	38

2.8.	Análisis de la gestión municipal de residuos y desechos sólidos	39
3.	PROPUESTA PARA REALIZAR LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS	41
3.1.	Caracterización de residuos y desechos sólidos.....	41
3.1.1.	Etapas para la caracterización	41
3.1.1.1.	Resultados de la caracterización de residuos y desechos sólidos.....	43
3.2.	Recopilación y análisis de la información.....	43
3.2.1.	Fuentes de generación.....	43
3.2.2.	Composición de los residuos sólidos	44
3.2.3.	Tasa de generación.....	44
3.3.	Recolección.....	44
3.3.1.	Ruta de recolección.....	46
3.3.2.	Calendario de recolección	47
3.3.3.	Herramienta y equipo	48
3.4.	Separación	50
3.4.1.	Manipulación	50
3.4.2.	Clasificación	51
3.5.	Almacenamiento	52
3.5.1.	Ubicación de bodega.....	52
3.5.2.	Cronograma de traslado.....	53
3.6.	Procesamiento de residuos y desechos.....	54
3.6.1.	Residuo orgánico	55
3.6.2.	Residuo papel	56
3.6.3.	Residuo metal	57
3.6.4.	Residuo vidrio.....	58
3.6.5.	Residuo plástico	59

3.6.6.	Desechos inorgánicos	60
3.6.7.	Análisis costo/beneficio	61
3.7.	Disposición final.....	63
3.7.1.	Tratamiento de desechos sólidos para su disposición final	63
3.7.2.	Relleno sanitario	64
3.8.	Guía de sensibilización y capacitación para la población	67
3.8.1.	Campaña de recolección de residuos peligroso y especiales.....	67
3.8.2.	Capacitación de reducción de generación desde la fuente.....	68
4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA.....	69
4.1.	Caracterización de los residuos y desechos sólidos	69
4.1.1.	Cronograma para la implementación de caracterización.....	69
4.1.1.1.	Antecedentes.....	70
4.1.1.2.	Socialización.....	70
4.1.1.3.	Cálculo de la muestra	71
4.1.1.4.	Selección de la muestra	71
4.1.1.5.	Limpieza	73
4.1.1.6.	Recolección de la muestra	73
4.1.1.7.	Análisis de muestra	74
4.1.1.7.1.	Producción per cápita...	75
4.1.1.7.2.	Prueba de composición física	77
4.1.1.7.3.	Prueba de densidad	80
4.2.	Elaboración del diagnóstico.....	81
4.2.1.	Línea base o determinación de recursos	81

4.2.2.	Recurso humano	82
4.2.3.	Recurso financiero	82
4.2.4.	Recurso material	82
4.3.	Recolección de residuos y desechos sólidos	83
4.3.1.	Ruta óptima de recolección	83
4.3.2.	Frecuencia de recolección.....	85
4.3.3.	Herramienta y equipo	85
4.3.4.	Estaciones para reciclaje.....	88
4.4.	Separación de residuos y desechos sólidos	89
4.4.1.	Manipulación	89
4.4.2.	Clasificación	90
4.5.	Almacenamiento de residuos sólidos	91
4.5.1.	Ubicación de espacio para almacenamiento	91
4.5.2.	Cronograma de traslado.....	92
4.6.	Procesamiento de residuos y desechos.....	93
4.6.1.	Residuo orgánico	93
4.6.2.	Residuo papel	94
4.6.3.	Residuo metal	94
4.6.4.	Residuo vidrio.....	94
4.6.5.	Residuo plástico	95
4.6.6.	Desecho inorgánico.....	95
4.7.	Disposición final	96
4.7.1.	Tratamiento de desechos sólidos para su disposición final	96
4.7.2.	Relleno sanitario.....	96
4.8.	Guía de sensibilización y capacitación para la población.....	100
4.8.1.	Cronograma para la campaña de recolección de residuos peligroso y especiales.....	101

4.8.2.	Cronograma para capacitación para minimizar la generación de residuos desde su origen	103
5.	PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO.....	105
5.1.	Plan de monitoreo	105
5.1.1.	Corto plazo	105
5.1.2.	Mediano plazo	106
5.2.	Estadísticas	106
5.2.1.	Indicadores para el monitoreo	106
5.2.2.	Generación desde el origen.....	107
5.2.3.	Residuos revalorizados	108
5.3.	Análisis beneficio/costo	108
5.4.	Acciones correctivas.....	110
5.4.1.	Monitoreo de basureros clandestinos	110
5.4.2.	Campañas de concientización	112
5.4.3.	Campañas de recolección de residuos peligrosos y especiales	113
5.4.4.	Multas por mal manejo de residuos y desechos sólidos	114
5.5.	Auditoría y verificación.....	114
5.5.1.	Auditoría interna	115
5.5.2.	Auditoría externa	115
	CONCLUSIONES	117
	RECOMENDACIONES	119
	BIBLIOGRAFÍA.....	121
	APÉNDICES	125
	ANEXOS	133

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación del departamento de Chiquimula.....	2
2.	Ubicación del municipio de San Jacinto	4
3.	Ubicación de la municipalidad.....	6
4.	Organigrama municipal	7
5.	Organigrama	12
6.	Fundamento legal para el acuerdo gubernativo 281-2015.....	14
7.	Bodega de almacenamiento en el mercado municipal	30
8.	Bodega de almacenamiento ubicada a un costado del salón municipal.....	31
9.	Camión recolector de residuos sólidos.....	32
10.	Bodegas para almacenar residuos sólidos.....	33
11.	Ubicación de las bodegas para almacenamiento de residuos sólidos	34
12.	Ubicación del vertedero municipal actual	38
13.	Colores propuestos para clasificación primaria	45
14.	Clasificación primaria y secundaria	45
15.	Bosquejo de las dos rutas de recolección	47
16.	Calendario de recolección	48
17.	Vehículo para la recolección de residuos sólidos.....	49
18.	Equipo de protección personal.....	50
19.	Equipo de protección personal y herramientas necesarias para el trabajo	51
20.	Bodega ubicada en el mercado.....	52

21.	Bodega ubicada a un costado del salón	53
22.	Cronograma de traslado	54
23.	Residuo orgánico	55
24.	Residuo papel y cartón	56
25.	Residuos metal	57
26.	Residuo vidrio	58
27.	Residuo plástico.....	59
28.	Elaboración de eco ladrillos y uso en áreas públicas.....	60
29.	Proceso de tratamiento a través de la incineración de los residuos sólidos no reciclables.....	64
30.	Modelo de conversión de botadero a relleno sanitario.....	65
31.	Mapa con la ubicación del terreno propuesto para el relleno sanitario	66
32.	Campaña de recolección de residuos peligrosos, especiales y voluminosos.....	68
33.	Calendario de fase de campo de caracterización de residuos sólidos.....	69
34.	Socialización con la comunidad del municipio	70
35.	Identificador de muestra	72
36.	Recolectando muestra para el estudio de caracterización.....	74
37.	Pesando cada muestra recolectada.....	75
38.	Gráfica sobre la composición de los residuos sólidos.....	79
39.	Ruta de recolección	84
40.	Calendarización de frecuencia de recolección.....	85
41.	Equipo de protección personal básico	86
42.	Camión recolector de residuos sólidos	87
43.	Punto de reciclaje comunitario	87
44.	Estaciones de reciclaje municipal	88
45.	Objetivo para lograr en disposición final	90

46.	Cronograma semanal de barrido de áreas públicas.....	92
47.	Cronograma de traslado de residuos sólidos municipales	93
48.	Clasificaciones primarias de residuos	103
49.	Beneficio de revalorizar los residuos sólidos.....	110
50.	Ubicación de basureros clandestino en el municipio.....	111
51.	Basureros en puntos estratégicos.....	112
52.	Calendario de recolección mensual de residuos peligrosos y especiales	114

TABLAS

I.	Clasificación de los desechos sólidos según su procedencia	25
II.	Número de muestras (viviendas) para la determinación de la producción per cápita -PPC- de cada estrato socioeconómico	42
III.	Descripción de los componentes de clasificación propuesta para recolección	51
IV.	Datos diarios de muestra	76
V.	Tipo de residuo sólido	77
VI.	Cálculo de la densidad de los residuos para la muestra	80
VII.	Área para relleno sanitario con 0 % aprovechamiento de RDS	97
VIII.	Área para relleno sanitario con 55 % aprovechamiento de RDS	97
IX.	Análisis de la ubicación del terreno seleccionado	99
X.	Hoja para control de recolección y disposición final de residuos	100
XI.	Planificación de fechas para capacitaciones.....	102
XII.	Actividades a corto plazo	105
XIII.	Actividades a mediano plazo.....	106
XIV.	Oportunidad de ganancia en quetzales.....	108
XV.	Beneficio de revalorización según tipo de residuo	109
XVI.	Cronograma de campañas de concientización	113

XVII.	Auditoría interna.....	115
XVIII.	Auditoría externa.....	116

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
cm	Centímetro
ρ	Densidad
CO ₂	Dióxido de carbono
g	Gramo
kg/hab/día	Kilogramo por habitante por día
lb	Libra
m	Metro
m ³	Metro cúbico
mm	Milímetro

GLOSARIO

Almacenamiento	Fase inicial en el manejo de residuos, en la que son depositados en un recipiente hasta que el camión recolector realiza la recepción de estos.
Biodegradabilidad	Es la característica que tiene los residuos sólidos que se puede descomponer en un ambiente natural sin intervención alguna.
Caracterización	Proceso que se realiza con el objetivo de conocer la composición de los residuos sólidos generados en un lugar específico.
Clasificación	Es la acción de separar los residuos sólidos, antes de la recolección de estos.
Disposición final	Es el aislamiento o eliminación total de desechos, por medio de tecnología que garantice un estricto control del riesgo sanitario y ambiental.
Economía circular	Sistema de producción y consumo que incentiva el uso eficiente de los recursos.
Manejo integral	Es un sistema que ejecuta a través de varios procesos que tienen como objetivo brindar el manejo adecuado a los residuos sólidos.

RESUMEN

Con la finalidad de proporcionar una herramienta para la gestión integral de residuos sólidos en la municipalidad de San Jacinto del municipio de Chiquimula, a través del marco de la Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos de Guatemala. Que permita revalorizar y dar tratamientos adecuados a los residuos generados para reducir la cantidad de estos que va a disposición final.

Se llevó a cabo la primera caracterización de residuos sólidos en el municipio, calculando una muestra de viviendas para recolectar sus residuos durante ocho días. Estos residuos se analizaron para conocer su composición física, el peso de las muestras, volúmenes y densidades, para calcular producción per cápita y los porcentajes de su composición y brindar la estrategia para la gestión integral de estos.

Se analizó la situación actual del municipio, evaluando el proceso desde la recolección, el transporte, almacenamiento y la disposición final. En cada una de las etapas se realizaron observaciones para determinar las oportunidades de mejora.

Por último, se definieron las estrategias centrales para el tratamiento de los residuos sólidos, iniciando con los residuos orgánicos que representan el 44 % de lo generado, se propuso el compostaje y establecer un vivero municipal dentro del relleno sanitario, de esta manera la persona encargada del estaría realizando la labor de control de ambos proyectos.

Se estableció el beneficio anual que tendría la revalorización del 9 % de residuos que pueden vender a una recicladora (papel, cartón, metal, PET, nylon). Al reducir los residuos sólidos en 55 %, que representan los residuos orgánicos y revalorizables, se estimó que se necesita un terreno de 0,4 hectáreas para establecer un relleno sanitario, el cual por la población del municipio se recomienda sea manual.

Finalmente se generó la información requerida para la localización del terreno para el relleno sanitario y se sugieren acciones de monitoreo y seguimiento para cada para la mejora continua del proceso.

OBJETIVOS

General

Realizar un sistema Integral de Gestión de Residuos y Desechos sólidos para la municipalidad de San Jacinto del departamento de Chiquimula, con base en la Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos según Acuerdo Gubernativo 281-2015

Específicos

1. Establecer la generación per cápita de los residuos y desechos sólidos de la cabecera municipal de San Jacinto del departamento de Chiquimula, con la finalidad de tomar decisiones para mejorar la gestión integral.
2. Dar a conocer la composición y generación de residuos y desechos sólidos del municipio de San Jacinto, que permitan ser fundamento en la toma de decisiones para mejorar los procesos y procedimientos actuales.
3. Diseñar la ruta óptima para la recolección de residuos y desechos sólidos para la unidad de manejo de desechos de la municipalidad de San Jacinto, con el propósito de minimizar el uso de recursos.
4. Definir la cantidad de residuos que pueden ser reciclados, para que la municipalidad de San Jacinto pueda obtener un beneficio económico de estos.

5. Diseñar un cronograma de limpieza de áreas públicas que tome en cuenta las áreas con mayor afluencia, con el fin de evaluar con qué frecuencia se realiza la recolección de residuos y desechos sólidos en la cabecera municipal.
6. Crear una guía para la sensibilización y capacitación de la población de la cabecera municipal de San Jacinto, con el propósito de definir la importancia de la clasificación de los residuos y desechos sólidos desde su origen.
7. Planificar una campaña anual para la recolección de residuos y desechos sólidos, para fomentar a la población en el cuidado del medio ambiente.

INTRODUCCIÓN

La gestión integral de residuos y desechos sólidos enmarca diversas estrategias, tomando en consideración desde la generación de estos hasta su disposición final. El ciclo completo del proceso involucra diferentes actores, directos e indirectos.

La importancia de este estudio radica en la definición de estrategias generales y específicas para la adecuada gestión integral de los residuos y desechos sólidos en el municipio de San Jacinto, Chiquimula. Para esto se calculó la tasa de producción en Kg/habitante/día, composición física, densidad y el aprovechamiento que se podría obtener de los residuos revalorizables.

La metodología que se utilizó para la caracterización de residuos sólidos en el área urbana del municipio de San Jacinto, Chiquimula, se fundamentó en la guía para la elaboración de estudios de caracterización de residuos sólidos comunes publicada por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala. Utilizando como apoyo directo la política nacional para la gestión integral de residuos y desechos sólidos se propusieron cambios en la gestión de estos, generando cronogramas, programas, proyectos, talleres y planes de monitoreo para generar el cambio.

El capítulo uno muestra los antecedentes generales, la descripción general del Acuerdo Gubernativo 281-2015 y una breve descripción de las funciones del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. El capítulo dos describe el diagnóstico situacional del municipio de San Jacinto del departamento de Chiquimula.

El capítulo tres contiene la propuesta para realizar la gestión integral de los residuos y desechos sólidos municipales. El capítulo cuatro presenta los resultados de la caracterización de residuos realizada en el municipio, las acciones recomendadas para el tratamiento de los residuos sólidos municipales. También se definieron las características del terreno que se necesita para el cierre del vertedero actual y la apertura de un relleno sanitario de tipo manual, y los beneficios económicos que se obtendrán al revalorizar los residuos orgánicos, papel, metal, PET y nylon.

En el capítulo cinco se describen varias acciones para el monitoreo y seguimiento de las acciones recomendadas en la implementación, así también la forma en la que se deben realizar las auditorías para asegurar el cumplimiento del Acuerdo Gubernativo 164-2021.

Se identificaron las características necesarias que debe tener el terreno para el relleno sanitario y las bases para la elaboración del plan de gestión integral de residuos, y el 55 % de los residuos generados por la población pueden ser revalorizados al transformarlos en materia prima para otros procesos.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Departamento de Chiquimula

Es uno de los veintidós departamentos que conforman el país de Guatemala, fundado en 1825. Colinda con las fronteras de Honduras y El Salvador, esto le permite ser un punto de convergencia para el comercio. Está formado por 11 municipios y 21 aldeas y caseríos.

1.1.1. Información general

El departamento de Chiquimula está ubicado en el oriente del país. Cuenta con una extensión territorial de 2 376 km². Su clima es cálido, los idiomas predominantes son el Castellano y el Chortí. Su producción agrícola se basa en: Maíz blanco, frijol negro, arroz, cebolla, maicillo y tomate. Su producción artesanal es variada, por la abundancia de palma, hacen trenzas, sombreros y escobas.¹

1.1.2. Ubicación geográfica

El departamento de Chiquimula está ubicado en el oriente del país, limita al norte con el departamento de Zacapa, al sur con el departamento de Jutiapa y la República de El Salvador, al este con la República de Honduras y al oeste con los departamentos de Zacapa y Jalapa. Se ubica a una distancia de 169 km., con la ciudad capital.²

¹ Secretaría de Seguridad Alimentaria y Nutricional, SESAN. *Diagnostico situación de municipio de San Jacinto departamento de Chiquimula*. p. 12.

² Ministerio de Economía. *Perfil departamental de Chiquimula*. p. 33.

Figura 1. **Ubicación del departamento de Chiquimula**



Fuente: Municipalidad de Chiquimula. *Unidad para la prevención comunitaria de la violencia*. p. 95.

1.1.3. Población actual

“Tiene una población al 30 de junio del 2008 de 347,960 personas. La población catalogada como económicamente activa corresponde a un 58,33 % con respecto a la población en edad de trabajar, y la densidad poblacional es de 146 p/Km2.”³

³ Ministerio de Economía. *Perfil departamental de Chiquimula*. p. 34.

1.2. Municipio de San Jacinto

Según el compendio histórico municipal, se puede precisar que fue fundado en el siglo XVI. La mayoría de sus terrenos pertenecían a la corona española, siendo pioneros de las mancomunidades indígenas.

1.2.1. Reseña histórica

El municipio de San Jacinto es uno de los 11 municipios que forman parte del territorio del departamento de Chiquimula. No se cuenta con información de la fecha exacta en la que fue fundado. En este municipio se celebra la fiesta patronal el día 8 de febrero, en honor a San Jacinto, del mismo nombre del municipio. El desarrollo económico del municipio se basa en la cosecha de granos básicos y la elaboración de productos artesanales a base de palma, bordados de tela y manta y tejido de morrales de pita.

1.2.2. Ubicación geográfica

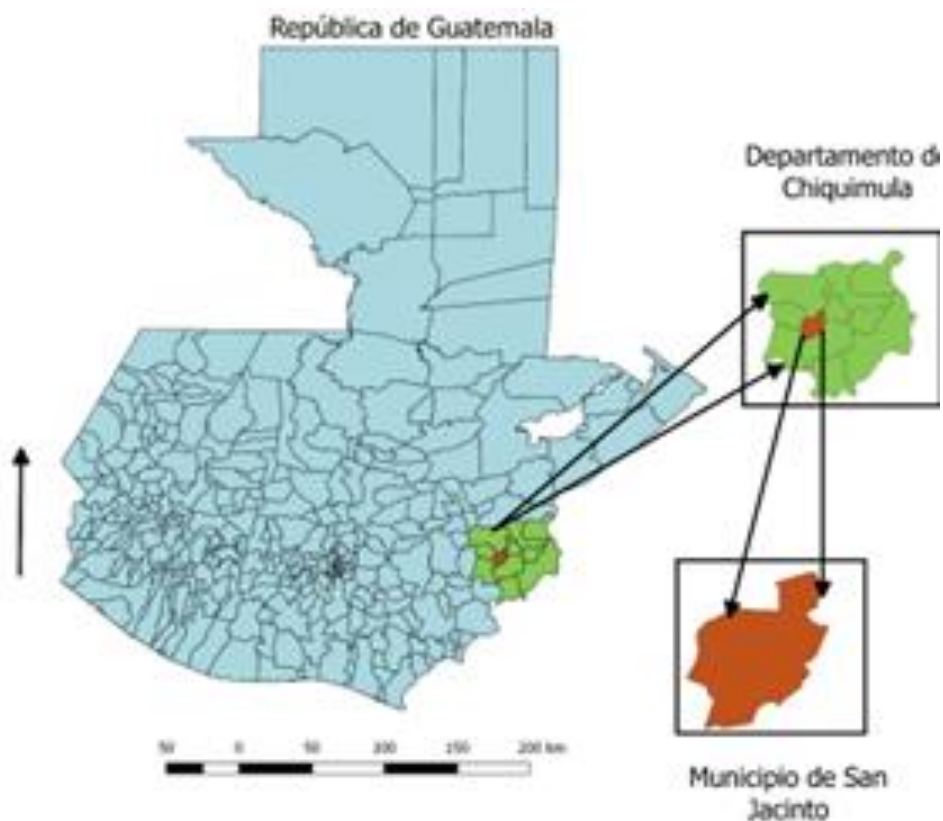
El municipio de San Jacinto se ubica a 490 metros sobre el nivel del mar, con una latitud norte de 14°40'35" y una longitud oeste 89°30'08". Cuenta con una extensión territorial de 60 kilómetros cuadrados.

La cabecera municipal se encuentra ubicada a 16 kilómetros al sur de la cabecera departamental, comunicándose con ella por la carretera CA-10 y a 186 kilómetros de la ciudad capital de Guatemala utilizando como vía la ruta del atlántico.

El municipio colinda al norte con los municipios de San Juan Ermita y Chiquimula, al sur con el municipio de Quezaltepeque, al este con los

municipios de Quezaltepeque y San Juan Ermita, y al oeste con los municipios de Ipala, San José la Arada y Chiquimula.

Figura 2. **Ubicación del municipio de San Jacinto**



Fuente: Municipalidad de San Jacinto. *Unidad para la prevención comunitaria de la violencia.* p. 40.

1.2.3. **Población e indicadores de crecimiento**

La población actual en el municipio de San Jacinto es de para el año 2008 de 12 009⁶ habitantes distribuidos en sus centros poblados, con una ruralidad del 89,61 % y el restante se encuentra ubicado en el área urbana. El crecimiento vegetativo para el municipio es de 1,38 por ciento en el crecimiento poblacional. El 55,33 % de la población se encuentra en el rango de edad de 0 a 25 años. La densidad poblacional del municipio es de 170 personas por kilómetro cuadrado.

Para el 2011 el índice de pobreza total es del 81 %, en el nivel de pobreza extrema se refleja un 32 %. Ubicándolo en el sexto municipio más afectado por la pobreza total y extrema del departamento.⁴

1.3. Municipalidad de San Jacinto

La municipalidad de San Jacinto está clasificada como de tercera categoría. De acuerdo con SEGEPLAN se ubica en la posición número 104 en el ranking de gestión municipal, con un índice de gestión municipal de 0,413.

1.3.1. Información general

La municipalidad de San Jacinto es la organización más grande dentro del municipio, como ente rector del territorio busca promover el bienestar de la población de acuerdo con las atribuciones que debe atender según el código municipal vigente.

1.3.2. Ubicación

La municipalidad de San Jacinto se ubica en la 1ra Avenida entre 2da Calle y 2da Calle A Zona 1 del mismo municipio.

⁴ Secretaría de Seguridad Alimentaria y Nutricional, SESAN. *Diagnostico situación de municipio de San Jacinto departamento de Chiquimula*. p. 12.

Figura 3. **Ubicación de la municipalidad**



Fuente: elaboración propia, empleando captura de pantalla de Google Maps.

1.3.3. Organización

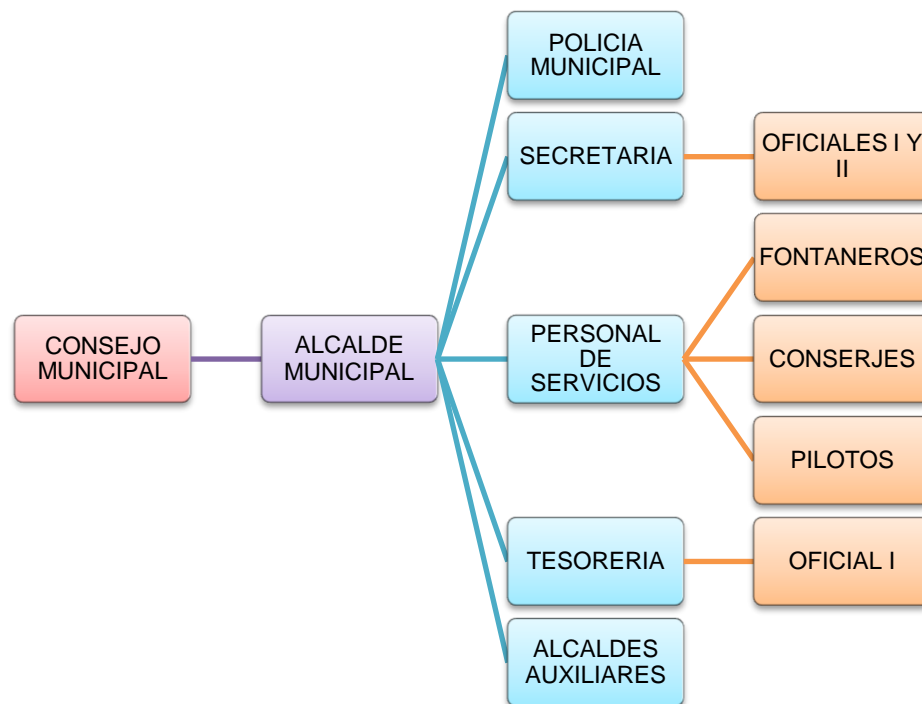
Cuenta con 106 empleados municipales, de los cuales 73 son hombres y 33 mujeres. Las áreas que funcionan en la institución municipal son: Secretaria municipal, auditoría interna, Dirección municipal de Planificación y de administración financiera, Dirección municipal de la mujer, Unidad de acceso a la información pública, oficina de servicios públicos, juzgado de asuntos municipales, policía municipal, Unidad de gestión ambiental, recursos humanos, comunicación social, oficina de la cultura, unidad de catastro, oficina de IUSI, oficina de ordenamiento territorial, oficina municipal de agua y saneamiento, oficina de niñez, juventud y adolescencia, oficina del adulto mayor y oficina de discapacidad o capacidades especiales.

Su administración municipal 2020 - 2024 es presidida por el alcalde municipal: Per. Agro. Marvin Juventino Morales Palma, el Concejo municipal: Edy Randolpho Sandoval Ramírez, como Sindico I, Eldre Noé Cabrera Antón Sindico II, Idia Consuelo Pascual Martínez de Guzmán Concejal I, Sirilo Alejandrino Vanegas Ramos Concejal II, Carlos Geobany Cardona Cruz Concejal III y Tomas Ceferino Zacarias Concejal IV.⁵

1.3.4. Organigrama

Es la estructura organizacional de la municipalidad de San Jacinto, Chiquimula.

Figura 4. Organigrama municipal



Fuente: elaboración propia.

⁵ Municipalidad de San Jacinto. *Política pública municipal para la prevención de la violencia y el delito. Guatemala: Unidad para la prevención comunitaria de la violencia.* p. 70.

1.3.5. Misión

“Somos una entidad autónoma, generadora del desarrollo integral del municipio, prestadora de servicios públicos municipales con calidad y eficacia, promotora e impulsadora de todos los ejes de desarrollo que mejoren la calidad de vida de la población.”⁶

1.3.6. Visión

Ser una institución modelo, capaz de mejorar la calidad de vida de la población a través de una gestión transparente y eficaz en la prestación de servicios públicos y facilitadora de procesos de desarrollo integral del municipio con equidad de género.⁷

1.3.7. Objetivos

“Para contribuir al desarrollo del municipio, la municipalidad de San Jacinto tiene objetivos en diferentes áreas: sociales, culturales, ambientales, salud y educación promoviendo la participación ciudadana que busca el bienestar común y el desarrollo del municipio”.⁸

1.4. Ministerio de ambiente y recursos naturales

El Ministerio de ambiente y recursos naturales (MARN), es la entidad del sector público especializada en materia ambiental y de bienes y servicios naturales del Sector Público, al cual le corresponde proteger los sistemas naturales que desarrollen y dan sustento a la vida en todas sus manifestaciones y expresiones, fomentando una cultura de respeto y armonía con la naturaleza y

⁶ Municipalidad de San Jacinto. *Política pública municipal para la prevención de la violencia y el delito. Guatemala: Unidad para la prevención comunitaria de la violencia.* p. 76.

⁷ *Ibíd.*

⁸ *Ibíd.*

protegiendo, preservando y utilizando racionalmente los recursos naturales, con el fin de lograr un desarrollo transgeneracional, articulando el quehacer institucional, económico, social y ambiental, con el propósito de forjar una Guatemala competitiva, solidaria, equitativa, inclusiva y participativa.

1.4.1. Competencias y funciones

El Acuerdo Gubernativo 73-2021 establece en el artículo 4 la competencia y en el artículo 5 las funciones del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala.

Artículo 4. Competencia. El MARN tiene competencia en todo el territorio nacional, en los ámbitos de ambiente, recursos naturales y cambio climático.

Artículo 5. Funciones:

- a. Formular participativamente la política de conservación, protección y mejoramiento del ambiente y de los recursos naturales, y ejecutarla en conjunto con las otras autoridades con competencia legal en la materia correspondiente, respetando el marco normativo nacional e internacional vigente en el país.
- b. Formular las políticas para el mejoramiento y modernización de la administración descentralizada del sistema guatemalteco de áreas protegidas, así como para el desarrollo y conservación del patrimonio natural del país incluyendo las áreas de reserva territorial del Estado;
- c. Formular, en coordinación con el ministerio de agricultura, Ganadería y Alimentación, la política sobre la conservación de los recursos pesqueros y suelo, estableciendo los principios sobre su ordenamiento, conservación y sostenibilidad, velando por su efectivo cumplimiento;
- d. En coordinación con el consejo de ministros, incorporar el componente ambiental en la formulación de la política económica y social del Gobierno, garantizando la inclusión de la variable ambiental y velando por el logro de un desarrollo sostenible;
- e. Diseñar, en coordinación con el ministerio de educación, la política nacional de educación ambiental y vigilar porque se cumpla;
- f. Ejercer las funciones normativas, de control y supervisión en materia de ambiente y recursos naturales que por ley le corresponden, velando por la seguridad humana y ambiental;
- g. Definir las normas ambientales en materia de recursos no renovables;
- h. Formular la política para el manejo del recurso hídrico en lo que corresponda a contaminación, calidad y para renovación de dicho recurso.
- i. Controlar la calidad ambiental, aprobar las evaluaciones de impacto ambiental, practicarlas en caso de riesgo ambiental y velar porque se cumplan, e imponer sanciones por su incumplimiento;

- j. Elaborar las políticas relativas al manejo de cuencas hidrográficas, zonas costeras, océanos y recursos marinos;
- k. Promover y propiciar la participación equitativa de hombres y mujeres, personas naturales y jurídicas, y de las comunidades indígenas y locales en el aprovechamiento y manejo sostenible de los recursos naturales;
- l. Elaborar y presentar anualmente el informe ambiental del Estado;
- m. Promover la conciencia pública ambiental y la adopción del criterio de precaución; y
- n. Las demás funciones establecidas en la Ley, Reglamentos y otras que le sean encomendadas por el presidente de la República.⁹

1.4.2. Misión

“La misión del MARN es ser la institución que regula la gestión ambiental y promueve el desarrollo sostenible en Guatemala, de forma participativa.”¹⁰

1.4.3. Visión

“La visión del MARN es ser la institución que ejerza la rectoría ambiental y de los recursos naturales, buscando el equilibrio del patrimonio natural con pertinencia cultural y de género.”¹¹

1.4.4. Objetivos estratégicos

En la memoria de labores del 2010 del MARN se establecieron con el propósito de impulsar los temas prioritarios y el desarrollo socio ambiental del país, y en forma transgeneracional, el MARN estableció los objetivos estratégicos, siguientes:

⁹ Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Acuerdo gubernativo 73-2021 Reglamento orgánico interno del ministerio de ambiente y recursos naturales*. República de Guatemala. p. 2.

¹⁰ *Ibíd.*

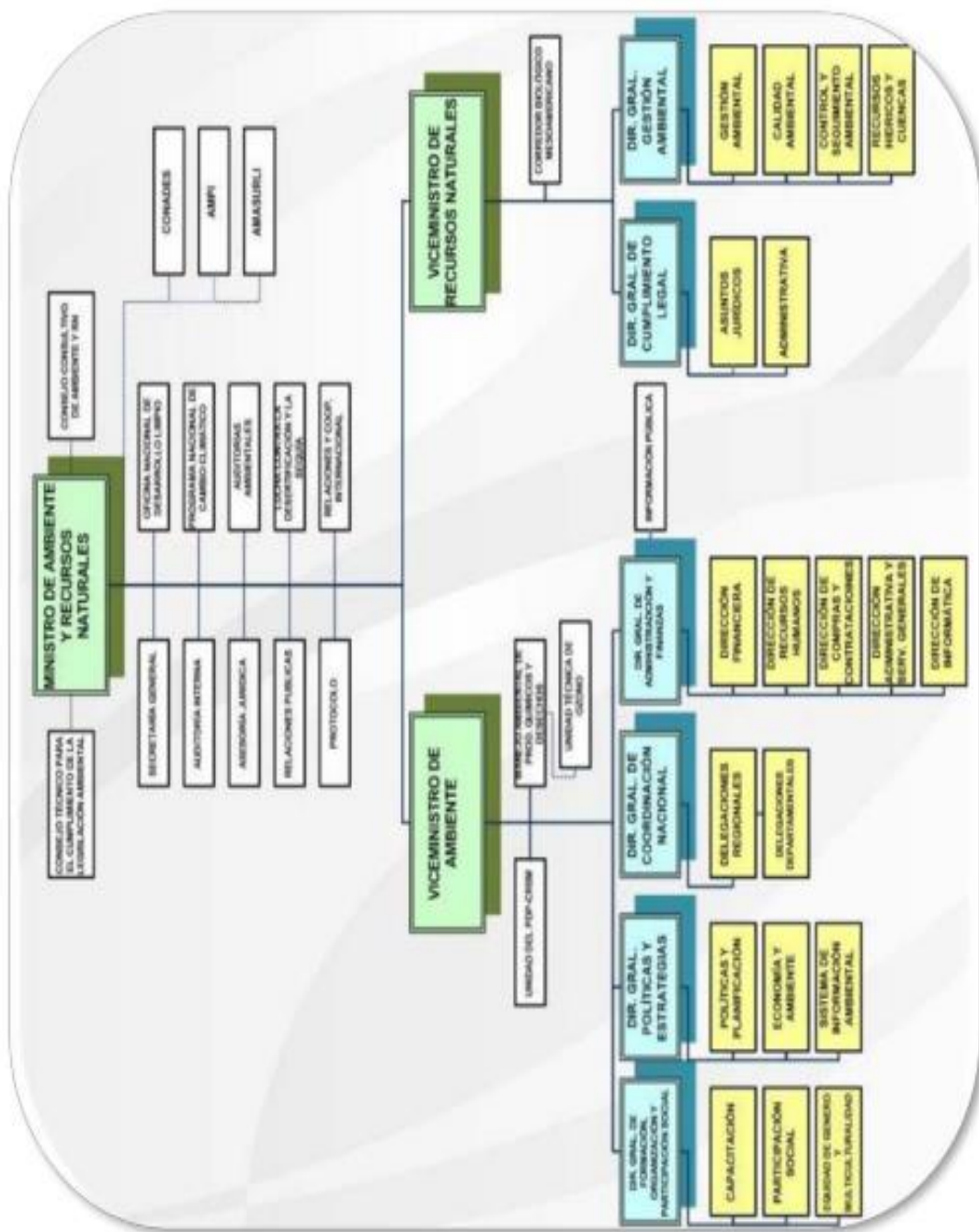
¹¹ *Ibíd.*

- Mejorar la calidad de vida de la población en el contexto del cambio climático global a través del ejercicio de sus competencias ambientales.
- Promover cambios de actitudes y comportamientos para proteger y enriquecer el ambiente construyendo una bioética.
- Impulsar la responsabilidad socio ambiental de todos los sectores.
- Asegurar el uso de los Bienes y Servicios Naturales para usos multifinalitarios.
- Promover la conservación de las áreas priorizadas de la Reserva de la Biosfera Maya y las APS (Áreas Protegidas), a través del uso y manejo sostenible, participativo e incluyente de los recursos naturales, del patrimonio cultural, la actividad turística y la adecuada gestión ambiental, contribuyendo a mejorar la calidad de vida de la población local del Petén.

1.4.5. Organigrama

En este se muestra la estructura organizacional del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

Figura 5. Organigrama



Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Memoria de labores 2010*. p. 9.

1.4.6. Dirección para el manejo de residuos y desechos sólidos

Es el órgano responsable de elaborar los planes, programas, proyectos, guías y la normativa nacional para el fomento de la política nacional para la gestión integral de residuos y desechos sólidos. Las funciones que le corresponden son las siguientes:

- Elaborar el plan de inspecciones para verificar el cumplimiento de los compromisos acordados para el manejo de los residuos y de los desechos sólidos en el país;
- Coordinar con la dirección de cumplimiento legal, las inspecciones de oficio o por denuncia con relación a vertederos o botaderos ilegales;
- Emitir opiniones técnicas sobre planes, programas y proyectos vinculados a la gestión integral de los residuos y los desechos sólidos que sean requeridas;
- Desarrollar las acciones necesarias para la modernización de la gestión integral de los residuos y los desechos sólidos;
- Realizar en coordinación con la dirección de formación y participación social, los procesos de capacitación sobre el tema de gestión integral de los residuos y los desechos sólidos, a nivel nacional;
- Proporcionar asistencia técnica al sector público o privado, para el manejo de residuos y desechos sólidos, cuando así lo requieran; y,
- Otras funciones que le sean asignadas por el despacho superior, de conformidad con la ley.¹²

Está formada por los siguientes departamentos: departamento de fortalecimiento de capacidades, departamento de normatividad y monitoreo y departamento de mecanismos de sostenibilidad.

1.5. Acuerdo gubernativo 28-2015

El fin principal del acuerdo gubernativo 281-2015 es la gestión integral de los residuos y desechos sólidos en Guatemala, involucrando y haciendo partícipes a toda la sociedad.

¹² Gobierno de la República de Guatemala. *Acuerdo Gubernativo 73-2021. Reglamento orgánico interno del ministerio de ambiente y recursos naturales.* p. 12.

1.5.1. Fundamento legal

El marco jurídico y normativo que regula la gestión integral de residuos y desechos no es específico para estos, sin embargo, emanan y guardan relación con los aspectos a considerar en la política nacional para la gestión integral de residuos y desechos sólidos. En la figura se describe el marco legal que se relaciona con el acuerdo gubernativo 281-2015.

Figura 6. Fundamento legal para el acuerdo gubernativo 281-2015



Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos*. p. 25.

1.5.2. Visión

La visión fue definida para un plazo de quince años, buscando la aplicación de una gestión integral de los residuos y desechos sólidos que

persiga brindar protección a la salud humana y a la naturaleza por medio de la responsabilidad y colaboración de todos los sectores. Para alcanzar esta premisa: “Guatemala, un país limpio y ordenado, con un ambiente saludable y una población educada”.¹³

1.5.3. Alcances

El acuerdo gubernativo 281-2015 está orientado y plantea la necesidad que existe por la creación de normativos específicos y adecuados para cada lugar, institución, empresa u hogar; considerando las diversas características de los residuos y desechos sólidos (en base al origen, composición o peligrosidad). Esencialmente persigue establecer por medio de líneas de políticas, acciones para reducir de una forma eficiente, los riesgos a la salud humana y al ambiente.

1.5.4. Objetivos

Los objetivos del reglamento, pretenden lograr mejorar que sean de beneficio al ambiente y a la población del país.

1.5.4.1. General

“Implementar y fortalecer la gestión integral de los residuos y desechos sólidos con los actores y sectores involucrados a través de la participación social para propiciar un desarrollo sostenible en Guatemala”.¹⁴

¹³ Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Misión y visión*. <https://www.marn.gob.gt/paginas/mision-y-vision>. Consulta: agosto de 2021.

¹⁴ Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos*. p. 29.

1.5.4.2. Específicos

- Coordinar de manera permanente y efectiva el trabajo que se realiza entre sectores y actores involucrados para dar cumplimiento a sus competencias en materia de residuos y desechos sólidos.
- Propiciar la inversión y asignación de recursos económicos y financieros a largo plazo, para la gestión integral de los residuos y desechos sólidos de forma sostenible.
- Sensibilizar a la población en general en el cambio de hábitos para una cultura de gestión integral de los residuos y desechos sólidos para propiciar la conservación del medio ambiente y la calidad de vida de las personas.
- Garantizar la protección del ambiente y la salud humana como el bien jurídico tutelado al derecho a la vida mediante la reducción de los niveles de contaminación y conservación de los recursos naturales mediante una gestión integral de los residuos y desechos sólidos.¹⁵

1.5.5. Principios

Los principios que regulan el acuerdo gubernativo 281-2015 son:

- Derecho humano a un ambiente sano
- Estado facilitador y solidario
- Precautoriedad
- Gestión integral del riesgo
- Adaptabilidad
- Desarrollo sostenible
- Participación ciudadana con equidad de género y pertinencia cultural
- Educación ambiental con énfasis a la gestión integral de los residuos y desechos sólidos.
- Responsabilidad compartida pero diferenciada.
- Responsabilidad extendida.

¹⁵ Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Acuerdo Gubernativo 281-2015. Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos*. p. 30-33.

- Quien contamina, paga.

1.5.6. Programas y líneas de la política

Los programas se definen como las estrategias a ejecutar dentro de este acuerdo, lo que indica que agrupan varias acciones estratégicas que fueron priorizadas y tienen la misma naturaleza. Por medio de las líneas de la política se brinda la orientación, para establecer acciones detalladas para cumplir los objetivos de la política y los sujetos directos del monitoreo y evaluación.

- Programa de fortalecimiento institucional
 - Este programa busca la funcionalidad de las instituciones, personas, empresas públicas o privadas que están involucrados en la gestión integral de residuos y desechos sólidos. Las líneas de política de este programa son:
 - Coordinación y articulación de los entes relevantes
 - Fortalecimiento de la capacidad institucional municipal y mancomunal.
 - Definición y aplicación del marco jurídico y normativo.
 - Cumplimiento y adopción de normas y estándares internacionales.
 - Creación de un sistema de instrumentos económicos.
 - Sistema de información sobre residuos y desechos sólidos.
 - Fortalecimiento de la vigilancia y control.
- Programa de inversiones

El fin de este programa es crear espacios para la apertura de alianzas público-privadas, en base a los requisitos financieros relacionados con la gestión integral de residuos y desechos sólidos. Las líneas de política de este programa son:

- Institucionalización de la inversión
- Proyectos de participación pública-privada
- Creación de mecanismos para la concesión de servicios
- Construcción de infraestructura
- Programa de fortalecimiento técnico y administrativo

Este programa toma en cuenta la parte de ejecución de la gestión integrada de los residuos y desechos sólidos aplicada a todas las actividades asociadas en la gestión integral de residuos y desechos sólidos para garantizar su funcionamiento y así minimizar el riesgo a la salud, la naturaleza y al ambiente. Las líneas de política de este programa son:

- Fortalecimiento de capacidades
 - Promoción de opciones tecnológicas y buenas prácticas
- Programa de educación, comunicación y participación social

En este programa se persigue definir estrategias transversales en las políticas públicas que abran la brecha para enriquecer la educación ambiental, la comunicación y la participación social que contribuyan a una transformación en los hábitos de consumo, generación y manejo de los residuos y desechos sólidos. Las líneas de política de este programa son:

- Educación social urbana y rural
- Mecanismos de participación social
- Auditoría social

1.5.7. Monitoreo de la política

Los pasos para realizar el monitoreo de la política son:

- Establecimiento de línea base

Se deben establecer dos líneas base. La primera se basa en el método de conocimiento rápido: En conjunto con los consejos departamentales de desarrollo se realizará una encuesta en todas las municipalidades y mancomunidades del país. La segunda se basa en indicadores ambientales en el componente de residuos y desechos sólidos: Esta línea base se desarrollará a través del instituto nacional de estadística, los que incluirán los indicadores definidos en el acuerdo gubernativo 281-2015 para los diferentes procesos censales. La primera línea base se realizará a partir del primer año y la segunda se realizará para el quinto y decimo años de ejecución.

- Indicadores para el monitoreo

Los indicadores para el monitoreo son:

- Ámbito político-institucional
- Existencia de leyes, acuerdos y reglamentos que aclaren las competencias entre instituciones nacionales y entre los diferentes niveles.
- Ley aprobada por el congreso de la república de Guatemala.

- Número de reglamentos municipales.
 - Número de municipios en los que se llega a un porcentaje de autofinanciamiento de plantas de tratamiento y rellenos preestablecidos.
 - Número de proyectos (plantas de tratamiento, reciclaje y rellenos sanitarios), funcionando.
 - Implementar dentro del sistema de información ambiental el componente de gestión integral de residuos y desechos sólidos.
 - Numero de instituciones locales y nacionales que formen parte del sistema de información ambiental en el componente de gestión integral de residuos y desechos sólidos.
- **Ámbito económico**
 - Número de municipios con plantas de tratamiento con componente de reciclaje y venta de abono orgánico.
 - Número de empresas privadas y mixtas involucradas en el manejo integral.
 - Número de proyectos manejados por la empresa privada relacionados con el manejo integral.
 - Número de municipios en los cuales se llega a un porcentaje de autofinanciamiento de plantas de tratamiento y rellenos preestablecidos.
 - Número de empresas privadas que tengan un plan de manejo de sus residuos y desechos sólidos.
 - Porcentaje de recolección por empresas municipales, mixtas o privadas.

- **Ámbito social**
 - Reducción de la generación por persona por año.
 - Número de consejos de desarrollo con comités por saneamiento.
 - Número de proyectos educativos en materia de la gestión integral de residuos y desechos sólidos.
 - Número de proyectos de manejo integral de residuos y desechos sólidos con participación comunitaria.
 - Número de campañas informativas a población en general en medios de comunicación.
 - Número de personas (mujeres y hombres), sensibilizadas y capacitadas.

- **Ámbito ambiental y la salud**
 - Número de empresas certificadas.
 - Número de empresas que mantienen la certificación.
 - Número de normas adoptadas.
 - Número de empresas certificadas con las normas internacionales.
 - Número de plantas de tratamiento en el país.
 - Informes de conocimiento rápido y de censos en la materia 3.

Siendo el ministerio de ambiente y recursos naturales el responsable de la coordinación y el seguimiento de esta política a través de la dirección para el manejo de residuos y desechos sólidos.

1.6. Sistema de gestión integral

Un sistema de gestión integral es la forma en la que actualmente se controlan de manera sistemática las actividades y procesos de las empresas, a través de la participación de todos, con la meta de cumplir con los objetivos propuestos, tomando en cuenta parámetros económicos, de productividad, la satisfacción de los involucrados, de los afectados y del entorno en general en donde se desarrollara su actividad. Cubriendo las exigencias en el campo de seguridad y salud en el trabajo, de la calidad y medioambientales, ocupando posiciones preponderantes y de mejora continua.

1.6.1. Evolución de la gestión de residuos sólidos

La gestión de residuos es toda actividad técnica administrativa de planificación, coordinación, concertación, diseño, aplicación y evaluación de políticas, estrategias, planes y programas de acción de manejo apropiado de los desechos de ámbito nacional, regional y local. En la actualidad se define como residuos a todos aquellos materiales de los que se pueden obtener beneficios.

1.6.2. Composición y propiedades

Para el diseño de un plan de gestión integral de residuos y desechos sólidos es importante obtener la información sobre la composición física y las propiedades de los residuos que se están manejando, facilitando la toma de decisiones para la selección de los procedimientos a utilizar.

1.6.2.1. Composición de los residuos

La composición de los residuos sólidos tiene dos puntos de vista, el primero es el cualitativo y el segundo es el cuantitativo; este es uno de los datos básicos a considerar para resolver el problema de ubicación, generación, transporte y disposición final de los residuos sólidos, incluyendo el aspecto económico.

1.6.2.2. Propiedades

Las propiedades de los residuos sólidos son importantes para poder prever y organizar los sistemas de pre-recolección, recolección, tratamientos para su recuperación o disposición final.

1.6.3. Tasa de generación

La tasa de generación es el valor per-cápita de residuos sólidos que genera una persona en el día (kg/hab-día), se calcula dividiendo el peso de la bolsa entre el número de habitantes de la casa o el número de trabajadores registrados en un establecimiento comercial.

1.6.4. Residuos y desechos sólidos

Todos estos son los llamados basura, y en grandes cantidades son nocivos, porque causan daño al medio ambiente y al ser humano, provocando contaminación de tierra, agua, aire, entre otros, que a la larga afecta a todos.

1.6.4.1. Manipulación

El manejo o manipulación de los residuos y desechos sólidos es de mucha importancia para algunas personas, porque lo que generalmente se considera basura, o bien algo que no tiene o tendrá ninguna utilidad, ahora se considera materia prima para la generación de otros productos o servicios, a través de tratamientos adecuados.

1.6.4.2. Separación

Los desechos sólidos pueden separarse de diferentes formas y distintos criterios; todo depende de la importancia con la que vean la utilidad, la peligrosidad, fuente de producción, posibilidades de tratamiento, tipo de materiales entre otros. En la siguiente figura se muestra la clasificación de los desechos sólidos; según su origen se pueden clasificar en: domésticos, comerciales, institucionales, construcción y demolición, desechos municipales, industriales y agrícolas.¹⁶

¹⁶ TCHOBANOGLOUS, George. *Desechos sólidos, principios de ingeniería y administración*. p. 240.

Tabla I. **Clasificación de los desechos sólidos según su procedencia**

FUENTE	TIPO DE DESECHOS SÓLIDO
Domestica	Residuos de comida, papel, plástico, telas, cuero, residuos de jardín, madera, vidrio, latas de hojalata, aluminio, otros metales, cenizas, hojas de la calle, residuos especiales, residuos domésticos peligrosos.
Comerciales	Residuos de comida, papel, plástico, telas, cuero, residuos de jardín, madera, vidrio, latas de hojalata, aluminio, otros metales, cenizas, hojas de la calle, residuos especiales, residuos domésticos peligrosos.
Institucionales	Residuos de comida, papel, plástico, telas, cuero, residuos de jardín, madera, vidrio, latas de hojalata, aluminio, otros metales, cenizas, hojas de la calle, residuos especiales, residuos domésticos peligrosos.
Residuos Municipales	Residuos de comida, papel, plástico, telas, cuero, residuos de jardín, madera, vidrio, latas de hojalata, aluminio, otros metales, cenizas, hojas de la calle, residuos especiales, residuos domésticos peligrosos.
Industriales	Residuos de comida, papel, plástico, telas, cuero, residuos de jardín, madera, vidrio, latas de hojalata, aluminio, otros metales, cenizas, hojas de la calle, residuos especiales, residuos domésticos peligrosos.
Agrícolas	Residuos de comida, papel, plástico, telas, cuero, residuos de jardín, madera, vidrio, latas de hojalata, aluminio, otros metales, cenizas, hojas de la calle, residuos especiales, residuos domésticos peligrosos.

Fuente: elaboración propia.

1.6.4.3. Almacenamiento

El almacenamiento se lleva a cabo en estaciones destinadas y diseñadas para la estadía temporal de ciertos residuos sólidos, en espera de un procesamiento o bien de la disposición final de estos.

1.6.4.4. Procesamiento

El procesamiento de los residuos o desechos sólidos depende del origen y la composición de estos. Es importante tomar en cuenta las características de los residuos y desechos sólidos para seleccionar el proceso ideal para ellos.

1.6.4.5. Recolección

La recolección se refiere al conjunto de acciones en donde se realiza el acopio y la carga de los residuos en los vehículos recolectores; esta puede ser: General o Diferenciada.

La recolección general es sin distinción los distintos tipos de residuo, y la diferenciada es en la que se hace distinción por tipo de residuo en base a su tratamiento y su revaloración.

1.6.4.6. Transferencia

Esta parte del proceso se resume en las actividades de almacenamiento transitorio o acondicionamiento de residuos para su transporte.

1.6.4.7. Transporte

El transporte de los residuos y desechos sólidos comprende la cantidad de viajes para el traslado de los residuos, entre los diferentes sitios comprendidos en la gestión integral de los mismos.

1.6.4.8. Reciclaje

El reciclaje consiste en darle valor a los materiales que ya fueron desechados y transformarlos en materia prima en el ciclo de producción de nuevos productos.

1.6.4.9. Reutilización

La reutilización es el proceso que se refiere a volver a utilizar los productos o bienes que fueron desechados, con el mismo uso que tenían antes o bien un uso diferente a aquel para el que fueron producidos. Este proceso persigue que mientras más objetos sean reutilizados menos residuos serán generados y por consecuencia menos recursos serán consumidos.

1.6.4.10. Disposición final de desechos sólidos

La disposición final se refiere al proceso de depósito permanente de los residuos y desechos sólidos, a los que no se les puede brindar un tratamiento o bien a las fracciones de rechazos que inevitablemente quedan después de aplicar algún tratamiento.

1.6.4.11. Vertederos y rellenos sanitarios

El vertedero a cielo abierto es la forma más conocida de eliminación de residuos que se utiliza en Guatemala; estos suponen diversos riesgos ambientales y humanos, debido a que los mismos no están diseñados para proteger el medio ambiente y la salud humana.

“El relleno sanitario es una técnica para la disposición de los desechos en el suelo, sin causar perjuicio al medio ambiente y sin causar molestias o peligro para la salud y seguridad pública”.¹⁷

Las condiciones ideales para la selección del sitio de un relleno sanitario son:

- Acceso fácil y rápido para los vehículos recolectores
- Capacidad mínima de 10 años de utilización
- Poseer condiciones que protejan los recursos naturales, la vida animal y vegetal de sus alrededores.
- Ubicación apropiada que no provoque rechazo de la población.
- Acceso a la cantidad y calidad necesaria de tierra para la cobertura.

¹⁷ VELÁSQUEZ RAMOS, Henry Alexander. *Gestión de los desechos sólidos en la cabecera municipal de Tejutla, departamento de San Marcos*. p. 90.

2. DIAGNOSTICO SITUACIONAL

2.1. Municipio de San Jacinto

El municipio de San Jacinto está dentro de los municipios que son parte del corredor seco, es un área semiárida del país e impactado por el cambio climático, y posee zonas de vida como bosque húmedo y seco subtropical. Su cabecera municipal se encuentra ubicada a un costado de la carretera centroamericana CA-10, la cual es muy transitada porque conduce al municipio de Esquipulas y a las fronteras con los países de El Salvador y Honduras.

2.1.1. Descripción del municipio

La organización territorial actual del municipio es muy particular, ya que está formada por caseríos y aldeas, como tradicionalmente se realiza la subdivisión de los municipios; y también está agrupado en cinco microrregiones que funcionan en el marco del sistema de consejos de desarrollo.

2.2. Manejo actual del residuo y desechos sólidos

El proceso del manejo de residuos y desechos sólido en el municipio de San Jacinto se lleva a cabo a través de la municipalidad, brindando servicio en el casco urbano, aldea Pastores y parte de Pueblo nuevo. Inicia con la recolección de los residuos y desechos sólidos dos veces por semana, los martes y viernes.

El barrido de calles y parques lo realizan todos los días, almacenando los residuos y desechos recolectados en una bodega ubicada a un costado del salón de usos múltiples, en el mercado municipal existe otra bodega en la que depositan residuos y desechos sólidos para que sean retirados los días de recolección las personas del mercado, luego se trasladan al vertedero a cielo abierto y allí son colocados para posteriormente enterrarlos.

Figura 7. **Bodega de almacenamiento en el mercado municipal**



Fuente: elaboración propia.

Figura 8. **Bodega de almacenamiento ubicada a un costado del salón municipal**



Fuente: elaboración propia.

2.2.1. Recurso humano

Las personas que trabajan recolectando los residuos y desechos sólidos son las mismas personas que realizan el barrido y la limpieza de las calles de la localidad. Se evidencio que el personal requiere de instrucción y capacitación que refuercen el manejo y la manipulación adecuada de los residuos sólidos.

2.2.2. Equipo y herramientas

El camión es de 2.5 toneladas, transportan la basura en las bolsas que los ciudadanos utilizan para almacenarla. Cuentan con escobas, palas, toneles y dos bodegas.

Figura 9. **Camión recolector de residuos sólidos**



Fuente: elaboración propia.

2.2.3. Cronograma de actividades

La recolección de residuos y desechos sólidos provenientes del barrido y limpieza municipal se lleva a cabo diariamente, almacenándola en la bodega ubicada a un costado del salón municipal. La recolección de residuos y desechos sólidos domiciliarios se lleva a cabo los martes y viernes de cada semana, sin contar con un horario o croquis del recorrido.

2.2.4. Estadísticas de control

Actualmente la unidad encargada de llevar el control sobre los procedimientos de recolección, almacenamiento, tratamiento y disposición final no cuenta con registros estadísticos sobre los diferentes procedimientos.

2.3. Almacenamiento de los residuos y desechos sólidos

Las dos bodegas para almacenamiento de residuos y desechos sólidos son utilizadas por las personas encargadas del barrido y las personas del mercado respectivamente, esto para almacenar los residuos y desechos sólidos diarios que son producidos por las personas del mercado y los conserjes municipales.

Figura 10. Bodegas para almacenar residuos sólidos



Fuente: elaboración propia.

2.3.1. Ubicación

La primera se ubica a un costado del salón municipal y la segunda a un costado del mercado municipal.

Figura 11. **Ubicación de las bodegas para almacenamiento de residuos sólidos**



Fuente: elaboración propia, empleando captura de pantalla de Google Maps.

2.3.2. Cronograma del manejo y traslado

La carencia de un cronograma de manejo y traslado de los residuos almacenados evidencia mala organización, porque lo trasladan los martes, viernes o bien cuando la bodega está llena.

2.4. Cobertura de recolección

De acuerdo con los registros proporcionados por la municipalidad, el área urbana del municipio cuenta con 450 viviendas y según las estadísticas registradas hasta la fecha 200 viviendas pagan el servicio de recolección de basura.

$$\text{Cobertura de recolección} = \frac{\text{Viviendas que pagan el servicio de recolección}}{\text{Total de viviendas}}$$
$$\text{Cobertura de recolección} = \frac{200}{450} = 0,44 * 100 = 44 \% \quad [\text{Ec.1}]$$

Esto muestra que la municipalidad tiene una cobertura 44 % del área urbana que es en donde se concentra el 85 % de la población según el último informe presentado por SEGEPLAN.

2.4.1. Tasa de generación

Según el diagnóstico realizado en el municipio de San Jacinto, no cuenta con estudios relacionados con la generación de residuos y desechos sólidos; por ese motivo no tienen establecida una tasa de generación per cápita para la población.

2.4.2. Croquis de la ruta de recolección

No cuentan con un mapa o croquis de la ruta para realizar la recolección de los residuos sólidos. Esto indica que no cuentan con un horario o una planificación detallada para realizar el trabajo.

2.4.3. Análisis de cobertura actual

Con los detalles que se conocieron sobre la cobertura municipal, a través de la ecuación uno, se establece una cobertura del 44 % de las viviendas ubicadas en el área urbana del municipio, con carencia de planificación y organización adecuada para realizar la gestión de los residuos sólidos municipales.

2.5. Traslado de residuos y desechos sólidos

El traslado de los residuos y desechos sólidos se realiza dos veces a la semana, los martes y jueves. Se trasladan los residuos y desechos sólidos domiciliarios y los residuos y desechos de las estaciones de almacenamiento que se componen principalmente del barrido de parques y áreas comunes, residuos y desechos del mercado. En la estación ubicada en el mercado, depositan sus residuos y desechos las personas que no pagan por el servicio de recolección municipal.

2.5.1. Procedimiento para el traslado

Cuando los depósitos de las estaciones están llenos, los trasladan hacia el vertedero a cielo abierto. Esto sin importar si el día.

2.6. Disposición final

El lugar donde se depositan los residuos y desechos sólidos no cuenta con la infraestructura necesaria para dar el tratamiento adecuado a estos. Es un vertedero a cielo abierto, ubicado a la orilla del río Shutaque, impactando de manera negativa el medio ambiente. Así también los residuos y desechos

sólidos que no son recolectados se transforman en grandes factores que ejercen presión ambiental, porque incrementa los botaderos ilegales. También existen viviendas con el hábito de quemarla o enterrarla, esto es otra forma de contaminación.

2.6.1. Descripción del proceso

La disposición final se realiza sin ningún tipo de tratamiento, simplemente toman los residuos o desechos sólidos y los trasladan al vertedero a cielo abierto.

2.6.2. Vertedero municipal

El vertedero municipal se encuentra ubicado en el cementerio general municipal, a un costado del río Shutaque. Inicialmente la ubicación es inadecuada debido al cuerpo de agua que está cerca, además este río es utilizado por las personas de la comunidad para cubrir sus necesidades básicas de higiene, limpieza y algunas veces consumo. Por esa situación es necesario reubicar el vertedero municipal, y transformarlo en un relleno sanitario adecuado.

Figura 12. **Ubicación del vertedero municipal actual**



Fuente: Municipalidad de San Jacinto. *Unidad de ordenamiento territorial municipalidad de San Jacinto*. p. 17.

2.7. Problemática ambiental y social

El impacto ambiental negativo se presenta en orden de importancia y según el riesgo que este implica, de la siguiente forma: disposición final, sitios de almacenamiento temporal y en el proceso de recolección y transporte. Este impacto se relaciona con la contaminación de recursos hídricos, aire, suelo y

paisaje. En la actualidad no han dado resultados las políticas para reducir la generación de residuos municipales, especiales y peligrosos. No se realiza ningún tipo de actividad para la reducción de residuos y desechos sólidos en la fuente, haciendo necesario mejorar el manejo de los residuos y desechos sólidos especialmente en la disposición final de estos.

Socialmente la participación comunitaria en la gestión de residuos o desechos sólidos es muy débil porque consideran que el problema corresponde únicamente a la municipalidad, y la actitud en relación con el pago del servicio es desaprobada. No existen programas de educación para los involucrados en el proceso de reducción de residuos y desechos sólidos, ciudadanía en general, negocios, industrial entre otros. Finalmente, las condiciones de los segregadores de residuos y desechos sólidos son de extrema pobreza, es necesario mitigar este problema social y apoyar la organización y el desarrollo de las capacidades operacionales y financieras de las asociaciones y microempresas de segregadores.

2.8. Análisis de la gestión municipal de residuos y desechos sólidos

El diagnóstico realizado a permitido identificar diferentes aspectos, entre ellos: no se reconoce como sector formal el manejo de los residuos sólidos, esto causa que no se desarrollen los proyectos, ni se disponga de financiamiento para los mismos. No existen a largo plazo planes operativos, financieros ni ambientales con relación a la gestión integral de los residuos y desechos sólidos. Falta de recurso humano capacitado para realizar el trabajo de forma digna y adecuada.

Manejo inadecuado de residuos especiales y peligrosos, la población no practica el reciclaje ni el reúso, carencia de un plan de estandarización y

mantenimiento de los contenedores para el almacenamiento temporal de los residuos sólidos, no cuenta con un relleno sanitario adecuado para la disposición final de los desechos sólidos, lo que causa contaminación ambiental en la flora, la fauna, el suelo, el aire y el paisaje.

Esto hace que sea necesario un plan para la recuperación del área en donde se encuentra actualmente el vertedero municipal. Por falta de educación comunitaria y ambiental, la municipalidad cobra una tarifa muy baja para el servicio de recolección, sin embargo, la población no paga este servicio.

La población expuesta a los agentes físicos, químicos y biológicos de los residuos y desechos sólidos son los trabajadores formales e informales que manipulan estos; la población que no paga la tarifa de recolección municipal, los que viven cerca del vertedero o de los basureros clandestinos, los segregadores y sus familias y la población en general, a través de la contaminación del cuerpo de agua superficial y subterráneo, del consumo de carne de los animales criados en basurales, y de la exposición a residuos peligrosos.

3. PROPUESTA PARA REALIZAR LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS

El primer paso para iniciar con la planificación para una gestión integral de residuos y desechos sólidos es la ejecución de una caracterización de estos, para establecer los criterios que permitan contar con el fundamento en la toma de decisiones para la mejora de este proceso.

3.1. Caracterización de residuos y desechos sólidos

Para realizar el proceso se usará la guía para elaborar estudios de caracterización de residuos sólidos comunes que se encuentra como material de apoyo, para el Acuerdo Gubernativo 281:2015 en el MARN. Con la finalidad de obtener la generación per cápita y la composición de la generación del municipio de San Jacinto.

3.1.1. Etapas para la caracterización

Para iniciar con el estudio el primer paso es planificar los días en los que se llevará a cabo la fase de campo de este estudio. Estableciendo la semana del 12 al 19 de Julio del 2021 a las 8am en las instalaciones de la municipalidad, como punto de partida.

Luego se organiza el equipo, material, vehículo y tiempo de las personas que colaboran en el mismo. Se utilizarán calcomanías para identificar cada casa y cada bolsa que entreguen en los días del recorrido. El primer paso es

realizar una visita a cada vivienda para entrevistar a los habitantes de esta, con el objetivo de conocer el manejo que le dan a los residuos y desechos sólidos.

La municipalidad asignó dos conserjes, un piloto, un camión y al encargado de la UGAM para colaborar durante la fase de campo del estudio.

Se debe realizar un recorrido por el municipio para observar en campo cuales son los impactos negativos que se consideran son causados por el mal manejo en la gestión de residuos sólidos. Se informó a la población en general sobre el estudio que se realiza y la selección de la muestra para el mismo.

La muestra se estableció según la siguiente tabla:

Tabla II. Número de muestras (viviendas) para la determinación de la producción per cápita -PPC- de cada estrato socioeconómico

		Desviación estándar* de las muestras del estrato en cuestión (gr/hab/día)				
		50	100	150	200	250
No. Total de viviendas del estrato en cuestión	500	3,8	14,9	32,3	54,7	80,6
	1000	3,8	15,1	33,4	57,9	87,6
	5000	3,8	15,3	34,3	60,7	94,2
	10000	3,8	15,3	34,5	61,1	95,1
	>10000	3,8	15,4	34,6	61,4	95,9

Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Guía para elaborar estudios de caracterización de residuos sólidos comunes*. p. 13.

3.1.1.1. Resultados de la caracterización de residuos y desechos sólidos

Para la correcta planificación de proyectos y programas para mejorar la calidad de vida en el municipio es necesario contar con el conocimiento de las características principales de los residuos con relación a la generación, composición y densidad. Con el objetivo de diseñar de manera técnica y sustentable el sistema de clasificación, recolección, transporte, tratamiento, disposición final, y la creación de normas que refuercen la gestión adecuada de estos.

Es necesario calcular la tasa de generación, composición física y densidad de los residuos sólidos. Esto para conocer los hábitos de consumo de la población y así poder establecer acciones para brindar el tratamiento adecuado a estos.

3.2. Recopilación y análisis de la información

Se calculó una muestra de 25 viviendas en base al número de viviendas con las que cuenta el municipio (450 viviendas). Según la guía para elaborar estudios de caracterización de residuos sólidos se utilizará un estrato mixto, porque es difícil establecer una demarcación idónea de los estratos, ya que no están separadas.

3.2.1. Fuentes de generación

Se realizará una caracterización en domicilios del municipio, con el objetivo de conocer cuál será la mejor opción de manejo para los residuos y desechos sólidos en general. La entrevista 1, se encuentra en los anexos.

3.2.2. Composición de los residuos sólidos

Por medio del formato diseñado para llevar el control diariamente durante toda la semana que comprende la fase de campo, este formato se encuentra en el anexo 4 identificado como boleta de campo para determinar la composición física de los residuos. Servirá para determinar la composición de los residuos sólidos en el municipio de San Jacinto.

3.2.3. Tasa de generación

Para conocer la tasa de generación o per cápita se llenará un formato de registro por vivienda por día, el formato se encuentra en el anexo 4 identificado como boleta de campo para muestreo de generación de residuos sólidos. Para luego realizar la división del peso de la bolsa de cada día entre el número de habitantes de la vivienda. El formato que se llenara es el siguiente:

3.3. Recolección

La etapa de recolección se realizará dos veces por semana, los martes y viernes. Tal como está establecido actualmente, esto debido a que son los días que más residuos se generan.

Para entregar los residuos deben colocarse en una bolsa negra los inorgánicos y en una bolsa verde los orgánicos.

Figura 13. **Colores propuestos para clasificación primaria**



Fuente: elaboración propia, empleando Photoshop CS 2018.

Se establecerán puntos para el reciclaje de papel, cartón, plástico, PET y vidrio.

Figura 14. **Clasificación primaria y secundaria**



Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Guía para la identificación gráfica de los residuos sólidos comunes*. p. 12.

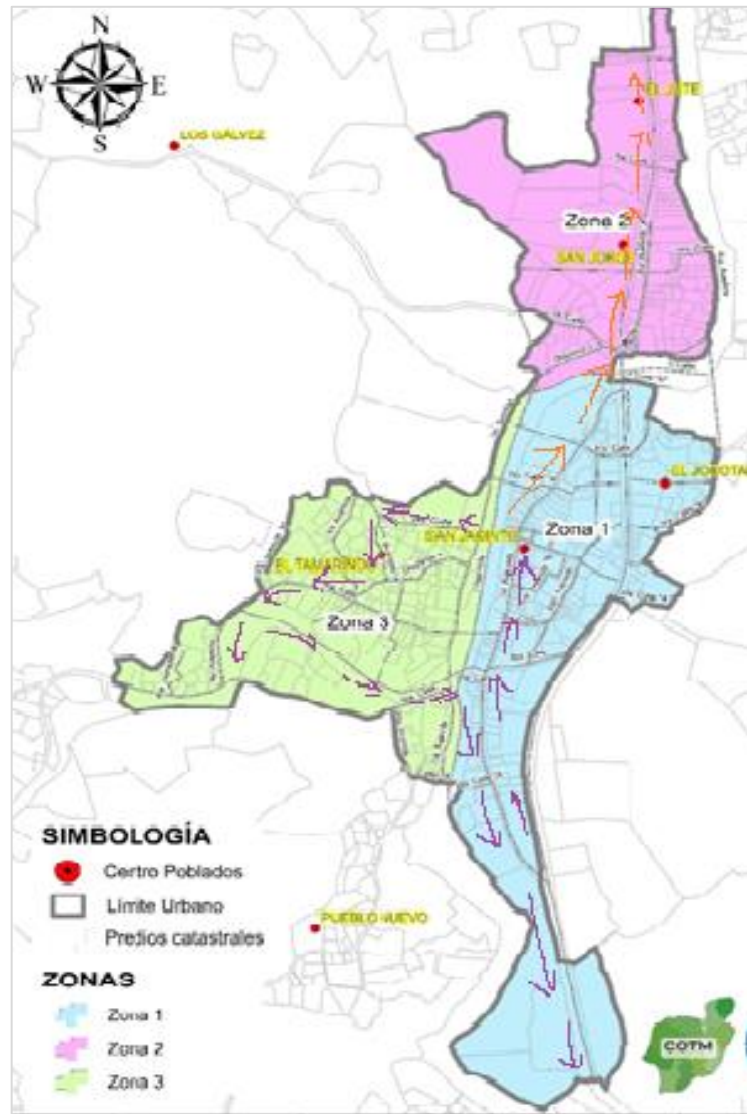
Para los residuos voluminosos y peligrosos se planificarán campañas el primer fin de semana del mes, monitoreándolas para poder reorganizar el

proceso de recolección. Utilizando la clasificación primaria que solicita el reglamento para la gestión integral de los residuos y desechos sólidos comunes, con una variante especial que involucra la participación ciudadana a través de los puntos de reciclaje.

3.3.1. Ruta de recolección

En el mapa se describe el diseño de la ruta óptima para la recolección de residuos en el casco urbano del municipio. Teniendo como punto de partida el palacio municipal y culminando en el vertedero municipal. Se proponen dos rutas de recolección, para hacer más eficiente el proceso. Tomando en cuenta que la municipalidad posee dos camiones, que pueden ser utilizados para esta tarea.

Figura 15. **Bosquejo de las dos rutas de recolección**



Fuente: elaboración propia, empleando Paint.

3.3.2. Calendario de recolección

En este se muestran las fechas de recolección. Se entrega un calendario en Excel para que sea gestionado por la unidad encargada.

Figura 16. **Calendario de recolección**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

3.3.3. **Herramienta y equipo**

Para ejecutar la recolección de los residuos y desechos sólidos, es necesario contar con equipo de protección personal para los trabajadores, las características del vehículo, características de los puntos de reciclaje, escobar, basureros, palas.

- Los vehículos recolectores deberán contar con las siguientes características.
 - Ser motorizados y estar claramente identificados
 - Deben contar con equipo de radiocomunicación
 - El vehículo debe contar con superficies antideslizantes

- Deben estar diseñados de tal forma que no permita el esparcimiento de los residuos durante el recorrido.
- Si el vehículo no cuenta con sistema de compactación deberá estar cubiertos los residuos durante el traslado, para evitar que tengan contacto con la lluvia, aire e impacto visual.
- Debe ser apto para transitar las vías públicas.

Figura 17. **Vehículo para la recolección de residuos sólidos**



Fuente: Recytrans. *Compactador de residuos.*

<https://www.recytrans.com/productos/compactadores-de-residuos/>. Consulta: 17 de octubre de 2021.

- El equipo de protección personal con el que deben contar es:
 - Gorra
 - Lentes de protección
 - Mascarilla
 - Overol
 - Guantes
 - Botas

Figura 18. **Equipo de protección personal**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft PowerPoint 365.

3.4. **Separación**

Esta fase es de suma importancia, principalmente para ser implementada en las viviendas del municipio.

3.4.1. **Manipulación**

El personal que se dedica a realizar el barrido de calles y áreas públicas deberá utilizar equipo de protección personal, así como tomar todas las medidas establecidas de distanciamiento. Los residuos del barrido diario se almacenarán en contenedores que serán resguardados en las bodegas para ser trasladados los días de recolección. Es importante tomar en cuenta que deberán realizar la separación de los residuos recolectados diariamente de los basureros colocados en el perímetro urbano.

Figura 19. **Equipo de protección personal y herramientas necesarias para el trabajo**



Fuente: elaboración propia.

3.4.2. Clasificación

La clasificación primaria por realizar comprende las siguientes descripciones:

Tabla III. **Descripción de los componentes de clasificación propuesta para recolección**

ORGANICA	INORGANICA	
Cáscara de frutas y verduras	Plásticos	Residuos sanitarios
Restos de comida	(bolsas, PET, cubetas y	(pañales, toallas
Cascarones de huevo	PVC)	sanitarias)
Huesos	Cartón	Vidrio
Lácteos	Metal	<i>Tetrapack</i>
Heces de animales	Calzados	Telas
*Todos los residuos	*Todos los residuos	NO
BIODEGRADABLES	DEGRADABLES	

Fuente: elaboración propia.

Esto con el objetivo de tener los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos separados desde la fuente, para darle un tratamiento especial según corresponda.

3.5. Almacenamiento

Actualmente el vertedero municipal cuenta con una galera que es utilizada para almacenar cartón, plástico y otros materiales que son separados por familias que viven cerca del vertedero y se encargan de venderlo a recicladoras.

3.5.1. Ubicación de bodega

Las dos bodegas con las que cuenta el municipio para almacenar los residuos y desechos sólidos que son producidos por el barrido, las áreas públicas y el mercado. En la imagen se aprecia el tamaño reducido en ambos casos y que son utilizadas para almacenar equipo de otras áreas municipales.

Figura 20. **Bodega ubicada en el mercado**



Fuente: elaboración propia.

Figura 21. Bodega ubicada a un costado del salón



Fuente: elaboración propia.

3.5.2. Cronograma de traslado

El traslado de los residuos y desechos almacenados será los días que se realiza la recolección de estos. Antes de iniciar la ruta deben colocar los residuos almacenados en el camión, esta medida permite el ahorro tiempo, combustible y otros insumos necesarios para trasladarlos.

Figura 22. Cronograma de traslado



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

3.6. Procesamiento de residuos y desechos

Según el tipo de residuo existen procesos diferentes para tratarlos y así evitar la contaminación del medio ambiente. Se plantea la recolección diferenciada, a través de puntos limpios; estos se pueden ubicar en las bodegas de almacenamiento, en los puntos de reciclaje, el vivero municipal, la municipalidad o el relleno sanitario.

Básicamente se puede reducir la cantidad de residuos generados a través de aplicar conceptos sencillos como:

- Reusar las cosas que están en buen estado a través de la donación de estas.
- Reciclar el material para que sea usado como materia prima en algún nuevo proceso.
- Rechazar para su disposición final únicamente aquello que sea considerado un desecho.

A continuación, se describen los tipos de residuos y los posibles procesos para cada uno de ellos.

3.6.1. Residuo orgánico

Entre los procesos que se recomiendan para brindarle tratamiento a los residuos orgánicos está el compostaje. El compost es un material orgánico, que es el resultado de un proceso biológico aeróbico en donde todos los desechos orgánicos de origen vegetal y animal se descomponen. Es utilizado como abono para las plantas, ayuda a la regeneración de microorganismos benéficos y permite la aireación a los suelos.

Figura 23. **Residuo orgánico**



Fuente: elaboración propia.

Se plantea un proyecto de vivero municipal, para crear programas que puedan cubrir la parte de la elaboración de compost en el vivero a través de la organización de grupos por sectores, apoyar los programas de reforestación y ubicarlo en el vertedero municipal para contar con presencia en ambas instalaciones.

3.6.2. Residuo papel

Son reutilizados para envolver flores, telas, objetos de vidrio y otras mercaderías. Son reciclables los tipos de papel bond, periódico, de color, revistas y cuadernos, siempre y cuando no estén húmedos. Los que no se pueden reciclar son el papel carbón, higiénico, Kraft, con cobertura plástica y encerado.

Figura 24. **Residuo papel y cartón**



Fuente: Google. *Materiales residuales.*

<https://www.google.com/search?q=materiales+residuales&sxsrf=AOaemvLOQsqBVOVu8Fm3mjcvXIPgOP6sJw:1643312699565&>. Consulta: 20 de agosto de 2021.

Se propone el almacenamiento de estos residuos y al momento de tener una buena cantidad, contactar a empresas dedicadas al reciclaje de papel y cartón para venderlo. Lo recaudado puede ser utilizado para mejorar las instalaciones del vertedero municipal.

3.6.3. Residuo metal

La chatarra de metal puede volver a fundir y transformarse en varillas de construcción, las piezas usadas en buen estado se vuelven a utilizar. El aluminio se reutiliza para hacer latas para bebidas, marcos de las ventanas y algunos cables eléctricos.

Figura 25. **Residuos metal**



Fuente: Google. *Materiales residuales*.

<https://www.google.com/search?q=materiales+residuales&sxsrf=AOaemvLOQsqBVOVu8Fm3mjcvXIPgOP6sJw:1643312699565&>. Consulta: 20 de agosto de 2021.

Se propone el almacenamiento de estos residuos y al momento de tener una buena cantidad, contactar a empresas dedicadas al reciclaje de metal para venderlo. Lo recaudado puede ser utilizado para mejorar las instalaciones del vertedero municipal.

3.6.4. Residuo vidrio

Los residuos reciclables son las botellas y los frascos, y no lo son el vidrio plano y curvo y los vidrios de carro.

Figura 26. **Residuo vidrio**



Fuente: Google. *Materiales residuales*.

<https://www.google.com/search?q=materiales+residuales&sxsrf=AOaemvLOQsqBVOVu8Fm3mjcvXIPgOP6sJw:1643312699565&>. Consulta: 20 de agosto de 2021.

Se propone el almacenamiento de estos residuos y al momento de tener una buena cantidad, contactar a empresas dedicadas al reciclaje de vidrio para venderlo. Lo recaudado puede ser utilizado para mejorar las instalaciones del vertedero municipal.

3.6.5. Residuo plástico

Los residuos plásticos se pueden reprocesar para la producción de nuevos productos en mezcla con materia prima virgen, por ejemplo, se reutilizan las bolsas transparentes y de color limpio de polietileno, las cajas de aguas gaseosas y verduras, los envases opacos. No se pueden reciclar o reutilizar las bolsas de detergentes, bolsas sucias o expuestas al sol, bolsas con sustancias tóxicas, envases de aceites lubricantes, pintura o solventes y los artículos de polipropileno.

Figura 27. Residuo plástico



Fuente: Google. *Materiales residuales.*

<https://www.google.com/search?q=materiales+residuales&sxsrf=AOaemvLOQsqBVOVu8Fm3mjcvXIPgOP6sJw:1643312699565&>. Consulta: 20 de agosto de 2021.

Se propone el almacenamiento de estos residuos y al momento de tener una buena cantidad, contactar a empresas dedicadas al reciclaje de plástico para venderlo. Lo recaudado puede ser utilizado para mejorar las instalaciones del vertedero municipal.

3.6.6. Desechos inorgánicos

Los desechos inorgánicos como por ejemplo los tejidos, aluminio, caucho, entre otros pueden recibir tratamientos especiales según la cantidad de estos materiales.

Se propone un proyecto para la elaboración de ladrillos a través de residuos inorgánicos no reciclables, a través de grupos comunitarios organizados por la municipalidad.

Figura 28. **Elaboración de eco ladrillos y uso en áreas públicas**



Fuente: Google. *Elaboración de ladrillos ecológicos.*

<https://www.google.com/search?q=materiales+residuales&sxsrf=AOaemvLOQsqBVOVu8Fm3mjcvXIPgOP6sJw:1643312699565&>. Consulta: 22 de agosto de 2021.

Los residuos son considerados peligrosos porque tienen propiedades intrínsecas que presentan riesgos en la salud. Por ejemplo, las baterías, lámparas fluorescentes, aparatos eléctricos, acumuladores, productos químicos, medicamentos, cadáveres, jeringas, pañales, toallas sanitarias, entre otros. Es

importante no mezclar estos residuos con los demás y se deben gestionar de forma adecuada para realizar su disposición final.

Para los residuos peligrosos se recomienda cotizar el manejo en estas tres empresas: Ecotermo, Proverde y Biotrash; las cuales están especializadas en brindar tratamiento a estos, y utilizar la opción más segura y económica.

Los residuos especiales son residuos que no son peligrosos para la salud, pero impactan de forma negativa el medio ambiente. Se mencionan porque se deben considerar para gestionarlos de manera correcta, un ejemplo de estos desechos es: colchones, muebles, ripio y llantas.

La propuesta para el manejo de estos residuos es la recolección el primer fin de semana al mes. Estos se evaluarán para determinar si pueden ser donados o bien si se deben dismantelar para darle tratamiento correspondiente según su composición.

3.6.7. Análisis costo/beneficio

El beneficio que genera el aprovechamiento de los residuos genera beneficios en la esfera ambiental, económica y social.

- Beneficios ambientales
 - Reducción de la contaminación al medio ambiente
 - Incrementan la vida útil de los rellenos sanitarios
 - Reduce las emisiones de gases efecto invernadero
 - Mejora la estética del municipio

- Beneficios sociales
 - Control de propagación de enfermedades
 - Ingresos a familias dedicadas al reciclaje y recuperación
- Beneficios económicos
 - Regularización de la tarifa por el servicio de gestión de residuos sólidos
 - Obtención de ganancia a través de la venta de los residuos.

La relación beneficio costo se representa B/C, es un índice que se utiliza en los proyectos gubernamentales y se apoya en el valor presente neto.

Este índice es igual a:

$$B/C(i) = VP \text{ Ingresos}(i) / VP \text{ Egresos}(i)$$

Donde:

VPI = Es el valor presente de todos los ingresos del proyecto

VPE = Es el valor presente de los egresos

i = Es la tasa de interés de oportunidad

Si la relación $B/C(i) > 1$ significa que el VPI es mayor que el VPE, lo que permitirá establecer que el proyecto es rentable. En el capítulo cuatro se desarrollará la proyección para conocer el beneficio económico que se podrá obtener al revalorizar los residuos sólidos.

3.7. Disposición final

El último paso de la gestión integral de residuos sólidos es la disposición final, es uno de los más importantes porque los desechos que llegan hasta la disposición final son los que ya no pueden ser revalorizados por algún motivo.

Para realizar la disposición final de los desechos es necesario realizar un tratamiento adecuado al tipo de residuo o desecho que será dispuesto y contar con un relleno sanitario que tenga las condiciones ideales para llevar a cabo el proceso.

A continuación, se establecerán las condiciones ideales para el tratamiento y el relleno sanitario en el municipio.

3.7.1. Tratamiento de desechos sólidos para su disposición final

Según sea la clasificación del desecho sólido, deberá ser el tratamiento que reciba.

Los desechos peligrosos serán tratados según corresponda y los desechos sólidos se deberán tratar de cualquiera de las siguientes formas:

Incineración: Este método logra reducir el volumen de los residuos, dejando un aproximado del 10 % de volumen inicial. Si bien no es recomendable para pequeñas poblaciones, se podría desarrollar para manejo de residuos hospitalarios y sanitarios de la región.

Figura 29. **Proceso de tratamiento a través de la incineración de los residuos sólidos no reciclables**



Fuente: Google. *Tratamiento de residuos.*

<https://www.google.com/search?q=tratamiento+de+residuos&sxsrf=AOaemvLOQsqBVOVu8Fm3mjcvXIPgOP6sJw:1643312699565&>. Consulta: 23 de agosto de 2021.

3.7.2. **Relleno sanitario**

Para establecer la ubicación del terreno para el relleno sanitario, se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- Terreno geológica y estructuralmente estable
- No debe estar en riesgo de inundaciones o deslaves
- El área debe ser como mínimo 303 m²
- Contar con acceso vehicular apropiado y servicios
- No debe estar ubicado aguas arriba de ninguna fuente de abastecimiento, ni en ningún sitio donde el nivel freático este ubicado a dos metros de profundidad.

Actualmente los usuarios son responsables de la separación primaria de sus residuos y la municipalidad es la encargada de recolectar, transportar, barrer vías y áreas públicas y disponer de los residuos sólidos municipales. Para llevar a cabo esta tarea es de suma importancia transformar el actual Botadero a cielo abierto en un relleno sanitario.

Figura 30. **Modelo de conversión de botadero a relleno sanitario**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft PowerPoint 365.

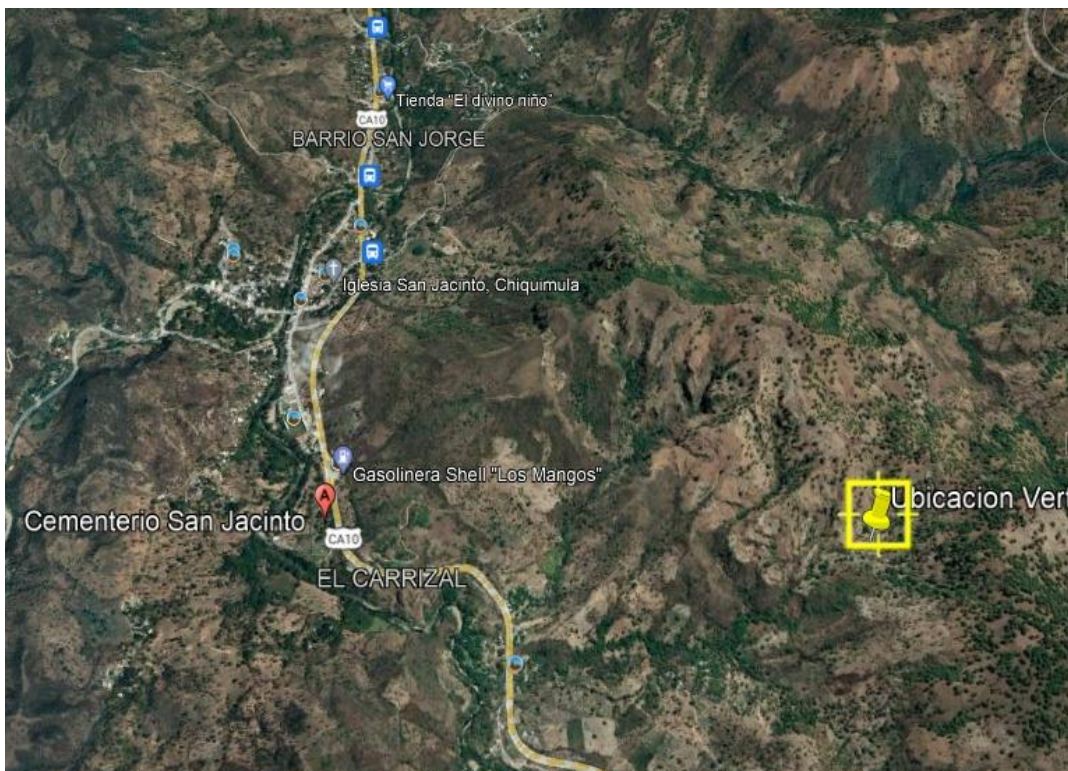
Lo primero es definir la ubicación ideal para el relleno sanitario, para seleccionar el terreno se debe considerar no afectar a la comunidad con olores sensibles por esto es importante que este lo suficientemente lejos del área urbana.

Debe tener fácil acceso, estar cerca para no incrementar los costos del traslado de los residuos, reunir las condiciones adecuadas en cuanto a topografía, nivel a que se encuentran las aguas subterráneas y disponibilidad de material para cubrir la basura.

Según las características del terreno, el relleno sanitario puede construirse siguiendo los métodos de área, zanja o una combinación de ambos. Es importante planificar como será utilizado el terreno al momento de la clausura del relleno sanitario y contar con un plan de restauración paisajística.

La ubicación recomendada para el relleno sanitario, tomando en cuenta los requisitos básicos para establecerlo en el municipio de San Jacinto, según la geografía de este. Se muestra en la siguiente figura.

Figura 31. **Mapa con la ubicación del terreno propuesto para el relleno sanitario**



Fuente: elaboración propia, empleando Google Maps.

Las coordenadas de la ubicación del terreno para el relleno sanitario son:

Latitud 14°40'14.37"N

Longitud 89°29'8.92"O

La técnica recomendada para este relleno sanitario es la operación manual, esta requiere equipo pesado para la adecuación del sitio y la construcción de zanjas, vías internas y el material de cobertura, según sea el avance y el método de relleno. Todos los demás trabajos dentro del relleno sanitario se pueden realizar manualmente. Esto permite que la población tenga acceso a dar la gestión adecuada a sus residuos y desechos sólidos.

3.8. Guía de sensibilización y capacitación para la población

Elaborar una guía para sensibilizar, informar y capacitar a la población a través de la distribución y divulgación de ésta, teniendo como objetivo la reducción de generación de residuos desde la fuente y clasificación primaria de residuos sólidos, como lo establece el acuerdo gubernativo 164-2021, Reglamento para la gestión integral de los residuos y desechos sólidos comunes.

3.8.1. Campaña de recolección de residuos peligroso y especiales

Establecer campañas para la recolección de residuos peligrosos y especiales. Se propone realizarlas el primer sábado de cada mes, para monitorear el volumen y la frecuencia de estos. Se deben llevar registros de lo recolectado para obtener una retroalimentación de la actividad y así tener herramientas para la mejora continua del procedimiento.

Figura 32. **Campaña de recolección de residuos peligrosos, especiales y voluminosos**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

Establecer un punto de acopia para la recolección de los aceites y lubricantes, baterías, focos, termómetros, electrónicos, entre otros. Divulgar la importancia de separar los residuos peligrosos y los residuos especiales de los demás.

3.8.2. Capacitación de reducción de generación desde la fuente

Para la reducción de la generación de residuos sólidos es de suma importancia dar a conocer a la población el reglamento para la gestión integral de los residuos y desechos sólidos comunes. Crear programas de capacitación constante para la población en el aprovechamiento de los residuos orgánicos para hacer compost, para enseñarles a separar los residuos inorgánicos, plástico, metal, papel y cartón, multicapas y vidrio.

4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

4.1. Caracterización de los residuos y desechos sólidos

La caracterización de residuos sólidos es una herramienta que permite obtener información primaria sobre las características de los residuos sólidos municipales. Según la información obtenida se realizará la planificación técnica, operativa, administrativa y financiera del manejo de los residuos sólidos.

4.1.1. Cronograma para la implementación de caracterización

La implementación de la caracterización de residuos sólidos se llevará a cabo en 12 días calendario, como lo muestra el cronograma:

Figura 33. Calendario de fase de campo de caracterización de residuos sólidos



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

4.1.1.1. Antecedentes

Los residuos sólidos en el municipio de San Jacinto son recolectados, transportados y su disposición final es efectuada por la municipalidad. Cada fase del proceso para el manejo de los residuos sólidos es coordinada por la unidad para el manejo de desechos sólidos que depende de la UGAM.

El arbitrio municipal por el servicio es de Q5 mensuales. La recolección se realiza dos veces a la semana, los martes y viernes.

4.1.1.2. Socialización

Se realizó una reunión para dar a conocer la importancia que tiene la ejecución de una caracterización de residuos sólidos en el municipio. Tomando en cuenta a: Personal de la municipalidad y población en general.

Figura 34. Socialización con la comunidad del municipio



Fuente: elaboración propia.

4.1.1.3. Cálculo de la muestra

Se observó la población del municipio de San Jacinto, es difícil poder establecer demarcación ideal de los estratos, esto debido a que no están separadas las casas, por lo mismo la muestra que se tomó será identificada como un estrato mixto.

El estrato mixto se conforma de una tercera parte de casas del estrato socioeconómico alto, otra de estrato socioeconómico medio y la última de estrato socioeconómico bajo.

Conociendo que el área urbana del municipio se conforma por 450 viviendas, se establece la muestra con un 95 % de nivel de confianza y el 5 % de margen de error para la población, esto da como resultado 23 viviendas.

4.1.1.4. Selección de la muestra

La muestra se seleccionó por el método de muestreo simple aleatorio, que consiste en realizar un recorrido para escoger las unidades muestrales. Se realiza una tabla con el número del 1 al 450 y se colocan en un recipiente, mezclándolos y tomando al azar el número de muestras ya definido.

Las personas que participarán en la recolección de los residuos son identificadas y se efectuara el primer acercamiento para entrevistar a algún representante mayor de edad a quien se le explicara sobre el proyecto y la importancia que tiene para brindar soluciones específicas a la problemática de los residuos y desechos sólidos en el municipio.

En caso de no contar con el apoyo de la vivienda seleccionada, se escoge otra vivienda inmediata a esta. Al confirmar que se cuenta con el apoyo de la familia, se procede a realizar una encuesta, que se encuentra en el anexo I, y servirá para recopilar datos básicos que permitan determinar detalles puntuales como: la ubicación de la vivienda, cuantas personas viven en esta, así como el manejo que se le brinda a los desechos sólidos en general.

A cada vivienda se le brindara la información necesaria para apoyar en el estudio de caracterización, siendo principalmente las siguientes:

- Se identificará con un código las viviendas a través de una calcomanía.

Figura 35. **Identificador de muestra**



Fuente: elaboración propia.

- Se recolectará durante 8 días consecutivos los desechos y residuos sólidos.

- Se entregará a las viviendas una bolsa plástica negra cada día para disponer de sus residuos sólidos.
- Se pedirá a los habitantes de las viviendas que entreguen la bolsa con los residuos a las personas asignadas del programa, quienes tocarán la puerta. Esto para evitar que el servicio de recolección municipal las recoja antes.
- Se solicitará que coloque en la bolsa solo los residuos domiciliarios generados en la vivienda y no provenientes de otros lados.
- En caso de no poder atender a la hora de recolección, se les solicitará dejar la bolsa colgada en un lugar estratégico para evitar que se extravié.
- Se les explicará que el estudio durará 8 días y que después se debe continuar con el servicio de recolección normal.

4.1.1.5. Limpieza

El primer día de la recolección se considera que los datos no son confiables, esto debido a que normalmente las personas introducen más residuos y desechos de los habituales. Por consiguiente, se realiza la recolección de las bolsas y se disponen directamente en el vertedero municipal.

4.1.1.6. Recolección de la muestra

Para la recolección de las muestras se identificaron las bolsas según el código de la vivienda, con una calcomanía. Esto servirá para identificar la procedencia, la continuidad de la participación y el peso de cada bolsa para ser registrado en la boleta.

Se utilizó la siguiente calcomanía, según el diseño siguiente:

Figura 36. **Recolectando muestra para el estudio de caracterización**



Fuente: elaboración propia.

4.1.1.7. Análisis de muestra

Para el análisis de las muestras se midió el peso de cada una, para luego unir todas las muestras y aplicar el método de cuarteo.

Figura 37. **Pesando cada muestra recolectada**



Fuente: elaboración propia.

4.1.1.7.1. Producción per cápita

Para la estimación de la producción per cápita (PPC) se utiliza la siguiente formula:

$$PPC = \frac{\text{Peso de residuos de la vivienda (kg * día)}}{\text{Numero de personas (habitantes)}}$$

Se calculó la producción per cápita por vivienda por día, lo que dio como resultado la siguiente tabla de datos diarios de la muestra.

Tabla IV. Datos diarios de muestra

Numero muestra	Habitantes día	Generación per-cápita (kg/habitante/día)							Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	
									0,89402
1	4	1,38	1,23	0,75	1,70	2,25	0,70	1,30	
2	4	0,75	0,18	0,85	0,48	0,38	0,88	0,25	
3	5	1,14	0,38	0,96	0,90	0,74	1,34	0,90	
4	5	0,48	0,52	0,20	1,10	1,22	2,20	2,00	
5	3	2,33	0,33	0,70	1,07	0,93	1,07	1,10	
6	5	0,20	0,46	0,42	0,30	0,38	0,48	0,36	
7	3	0,70	0,27	0,27	0,33	0,23	0,33	0,23	
8	3	2,27	1,00	0,93	0,73	0,63	1,17	1,43	
9	4	0,90	0,43	0,58	0,53	0,43	0,68	0,68	
10	6	0,25	0,27	0,23	0,27	0,27	0,23	0,30	
11	7	0,19	0,74	0,43	0,17	0,44	0,14	0,34	
12	4	0,23	0,88	0,40	0,53	0,40	0,58	0,75	
13	3	1,57	4,33	1,73	1,87	1,93	3,83	2,50	
14	3	3,73	0,87	0,97	1,03	8,67	0,43	1,07	
15	2	1,05	1,00	0,75	1,60	0,65	0,75	2,30	
16	4	1,20	0,45	1,00	0,45	0,33	1,25	0,60	
17	6	1,75	0,32	1,25	0,38	0,13	0,23	0,68	
18	4	0,65	0,58	0,88	1,70	0,58	0,35	0,80	
19	3	2,10	1,40	1,17	2,13	0,57	0,70	2,63	
20	5	1,80	0,12	0,04	0,10	0,10	0,10	0,18	
21	3	0,90	0,33	1,10	6,77	0,40	0,83	0,90	
22	4	0,30	0,23	0,38	0,98	0,58	0,28	0,10	
23	5	0,70	0,30	0,10	0,64	0,40	0,18	0,18	
24	3	1,53	0,20	0,27	0,20	0,13	0,17	0,20	
25	2	0,60	2,00	0,25	1,05	0,90	0,45	0,60	
Promedio por día		1,15	0,75	0,66	1,08	0,95	0,77	0,90	0,89402367

Fuente: elaboración propia.

Tomando los 175 datos se calculó el promedio, para establecer la producción per cápita del municipio. Dando como resultado una producción per

cápita de 0,89 Kg/Habitante/día. Para estimar la producción per cápita mensual en el municipio, se utilizaron los datos de la población que publica el Instituto Nacional de Estadística (INE), el municipio de San Jacinto cuenta con una población de 12 009 para el año 2010, el área urbana del municipio se conforma por el 10,31 % de la población total.

$$PPC = ppc \times \text{No habitantes} \times 30 \text{ días}$$

$$PPC = \text{Producción Per Cápita mensual}$$

$$ppc = \text{producción per cápita diaria}$$

$$\text{No de habitantes} = 12,009 \times 10,31 \% = 1\,238 \text{ habitantes}$$

$$PPC = 0,89 \frac{\text{kg}}{\frac{\text{hab}}{\text{dia}}} \times 1\,238 \text{ hab} \times 30 \text{ dia} = 33,055 \text{ kg}$$

4.1.1.7.2. Prueba de composición física

Los residuos sólidos comunes se componen generalmente por un alto porcentaje de residuos orgánicos, inorgánicos (vidrio, papel, cartón, plástico, entre otros), y peligrosos.

En la siguiente tabla, se describe el porcentaje que corresponde a cada uno de ellos.

Tabla V. Tipo de residuo sólido

Tipo de residuo	Columna8
	%
Orgánica	44,40 %
Papel	3,55 %
Cartón	4,27 %
Plástico película	6,88 %

Continuación de la tabla V.

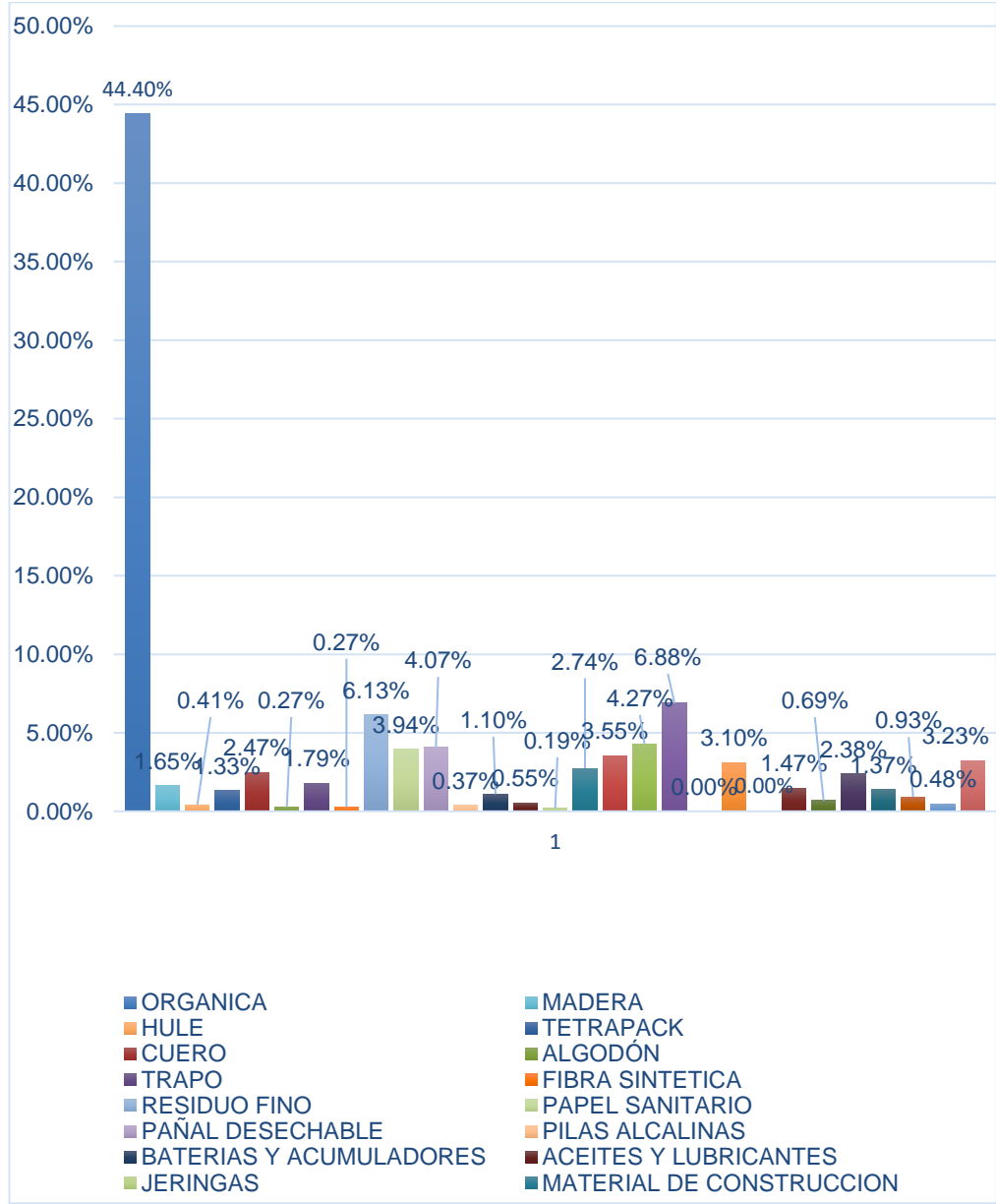
Plástico rígido	0,00 %
Pet	3,10 %
Poliuretano	0,00 %
Poliestireno expandido	1,47 %
Vidrio de color	0,69 %
Vidrio transparente	2,38 %
Material ferroso	1,37 %
Lata	0,93 %
Material no ferroso	0,48 %
Lata de aluminio	3,23 %
Madera	1,65 %
Hule	0,41 %
<i>Tetrapack</i>	1,33%
Cuero	2,47 %
Algodón	0,27 %
Trapo	1,79 %
Fibra sintética	0,27 %
RESIDUO FINO	6,13 %
PAPEL SANITARIO	3,94 %
PAÑAL DESECHABLE	4,07 %
PILAS ALCALINAS	0,37 %
BATERIAS Y ACUMULADORES	1,10 %
ACEITES Y LUBRICANTES	0,55 %
JERINGAS	0,19 %
MATERIAL DE CONSTRUCCION	2,74 %
TOTALES	100,00 %

Fuente: elaboración propia.

Según la siguiente imagen, se observa que el mayor desafío se encuentra en el manejo de los residuos sólidos orgánicos con un valor aproximado de 45 %. El siguiente reto es el tratamiento a los residuos sólidos plásticos con una representación del 11,45 % y los residuos sanitarios que representan el

8,01 % de estos. Tomando en consideración la importancia del tratamiento de los residuos sólidos peligrosos que representan el 4,95 %.

Figura 38. Gráfica sobre la composición de los residuos sólidos



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

4.1.1.7.3. Prueba de densidad

Se realizó el cálculo de la densidad de los residuos sólidos, a través del método de la siguiente formula:

$$Densidad = \frac{\text{Peso de los residuos en un recipiente}}{\text{Volumen del recipiente}}$$

Tabla VI. **Cálculo de la densidad de los residuos para la muestra**

Día	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes
Volumen del tonel metros ³	0,2727	0,2727	0,2727	0,2727	0,2727	0,2727	0,2727
Peso del tonel kg	13,6	13,6	13,6	13,6	13,6	13,6	13,6
Peso del tonel + residuos	40,46	33,5	36,32	47,23	35,87	42,27	81,78
Peso de residuos	26,86	19,9	22,72	33,63	22,27	28,67	68,18
Volumen de los residuos (m ³)	1,36	0,54	0,6	0,6	0,6	0,45	0,6
Densidad (kg/m ³)	19,75	36,85	37,87	56,05	37,12	63,71	113,63

Fuente: elaboración propia.

Se estimó el promedio de la densidad durante los siete días del estudio:

$$Densidad = \frac{(19,75 + 36,85 + 37,87 + 56,05 + 37,12 + 63,71 + 113,63)}{7}$$

$$Densidad = \frac{364,98}{7} = 52,14 \text{ kg/m}^3$$

Llegando a la determinación de que el peso de los residuos que caben en un metro cúbico es de 52,14 kg/m³.

4.2. Elaboración del diagnóstico

Es necesario conocer los actores sociales e institucionales que se deben involucrar y el análisis correspondiente para la gestión integral de los residuos sólidos municipales, por lo que se establecerá la línea base para conocer más a fondo la problemática a enfrentar en el municipio.

4.2.1. Línea base o determinación de recursos

El municipio de San Jacinto cuenta con la aprobación en 2012 de una ordenanza municipal para la regulación e implementación de la política pública “ciudad limpia”, manejo integral de desechos sólidos; la cual tiene una cobertura bastante amplia en relación con la política actual, sin embargo, no cuenta con un plan de gestión integral de residuos sólidos. A lo largo de la implementación del diagnóstico, con el fin de obtener la información sobre la situación actual en el municipio para la determinación de los componentes claves, se encontraron deficiencias en la población en general en torno a los temas de manejo y separación de residuos.

Los puntos importantes para establecer la línea base son: aspectos del servicio público de aseo, generación de residuos sólidos en el área urbana, recolección, transporte y transferencia, barrido y limpieza de áreas públicas, poda de árboles, lavado de áreas públicas, aprovechamiento, disposición final, residuos sólidos especiales, gestión de residuos sólidos en áreas rurales, gestión de riesgos.

También se deberá tomar en cuenta aspectos relacionados con la asignación de recursos: humano, financiero y material.

4.2.2. Recurso humano

Se observó poco personal para la realización de la recolección de los RDS, según la información proporcionada por la municipalidad se cuenta con el 45 % de cobertura del área urbana en el municipio. En el botadero a cielo abierto se constató que hay “guajeros” que viven en los alrededores y ponen en riesgo su salud y la de sus familias, porque realizan la separación y manipulación de los RDS sin equipo de protección o medidas de salubridad en general, exponiéndose a peligros químicos y microbiológicos, especialmente durante la pandemia COVID19.

Es evidente la carencia de capacitación a los empleados municipales para el manejo adecuado de RDS, en especial en residuos sólidos peligrosos.

4.2.3. Recurso financiero

Se confirmó a través de una entrevista al encargado de la unidad de gestión ambiental municipal que el monto por servicio de recolección es de Q5.00. Lo que evidentemente no aporta lo necesario para autofinanciamiento de la gestión integral de residuos y desechos sólidos en el municipio. Se sugiere realizar un estudio para el diseño de un sistema tarifario para la gestión integral de residuos y desechos sólidos dentro del municipio.

4.2.4. Recurso material

Durante la ejecución de la caracterización de los residuos y desechos sólidos se constató que el personal carece del equipo de protección personal apropiado para la manipulación de los RDS, específicamente deben contar con: overol, guantes, protector de bocas y nariz especial y botas para el trabajo.

4.3. Recolección de residuos y desechos sólidos

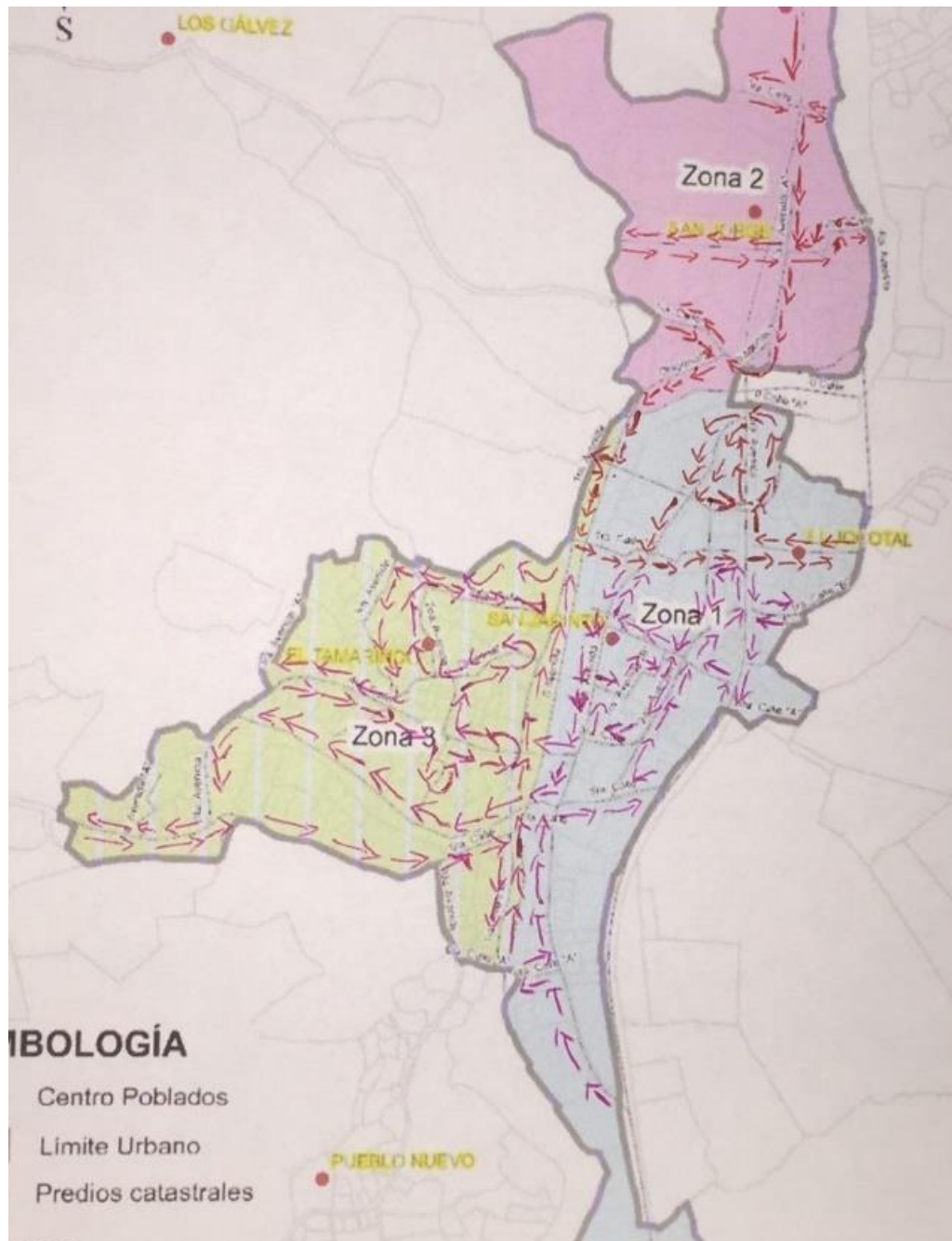
En el municipio únicamente cuenta con el servicio de recolección de RDS que ofrece la municipalidad, que tiene un costo de Q 5,00 mensuales por vivienda.

Aplicando el acuerdo gubernativo 164-2021 es recomendable realizar la recolección de residuos orgánicos dos veces a la semana y la recolección de residuos inorgánicos debe realizarse de forma personal en las estaciones de reciclaje. Para quienes no realicen la tarea de llevar los residuos inorgánicos hasta las estaciones de reciclaje, se podría contar con un arbitrio exclusivo para la recolección de estos.

4.3.1. Ruta óptima de recolección

En la siguiente imagen se muestra la ruta óptima para realizar la recolección de RDS en el casco urbano del municipio, basándose en la cobertura y la orientación de las vías para automóviles.

Figura 39. Ruta de recolección



Fuente: elaboración propia, trazo de la ruta de recolección, con base en el mapa de la municipalidad de San Jacinto, departamento de Chiquimula.

4.3.2. Frecuencia de recolección

Es recomendable mantener la frecuencia de recolección actual, aplicando estrategias de reducción y separación de RDS desde la fuente y efectuando recolección programada de residuos sólidos especiales y peligrosos.

Figura 40. Calendarización de frecuencia de recolección



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

4.3.3. Herramienta y equipo

Es necesario que los encargados de realizar la recolección de los RDS cuenten con las herramientas y el equipo necesario para efectuar su trabajo de forma óptima.

Figura 41. **Equipo de protección personal básico**



Fuente: Prevencionar. *Equipo de protección personal*. <https://prevencionar.com/2019/02/20/que-es-un-equipo-de-proteccion-individual/>. Consulta: 25 de agosto de 2021.

Es importante tomar en cuenta que el vehículo que se utiliza para realizar la recolección de RDS debe ser exclusivo para esa tarea, además debe contar con las condiciones idóneas para circular.

Figura 42. **Camión recolector de residuos sólidos**



Fuente: Freepik. *Camión de basura*. https://www.freepik.es/vector-gratis/camion-basura-fondo-blanco_4228184.htm. Consulta: 25 de agosto de 2021.

Figura 43. **Punto de reciclaje comunitario**



Fuente: GAIA. *Punto de reciclaje*. <https://guiadenoticias.com.ar/diario/nuevo-punto-de-recepcion-de-reciclables-de-ituzaingo-se-pa-ra/>. Consulta: 26 de agosto de 2021.

Se recomienda contar con contenedores especiales para la recolección, identificados para recibir el tratamiento correspondiente (reciclado, reproceso o disposición final), machetes, escobas, recogedores, azadones, rastrillos, entre otros.

4.3.4. Estaciones para reciclaje

Se cuenta con dos bodegas para almacenar los RDS en el casco urbano, se recomienda transfórmalas en estaciones de reciclaje para que la población realice la separación desde el origen.

Figura 44. Estaciones de reciclaje municipal



Fuente: Municipalidad de Guatemala. *Municentro de reciclaje*. muniguate.com.

Consulta: 26 de agosto de 2021.

Tomando en cuenta la recolección de residuos reciclables comunes y peligrosos como las pilas y los medicamentos vencidos. Se debe establecer un registro de cuánto tiempo se tardan en llenarse los contenedores para poder evaluar la frecuencia de vaciado de estos.

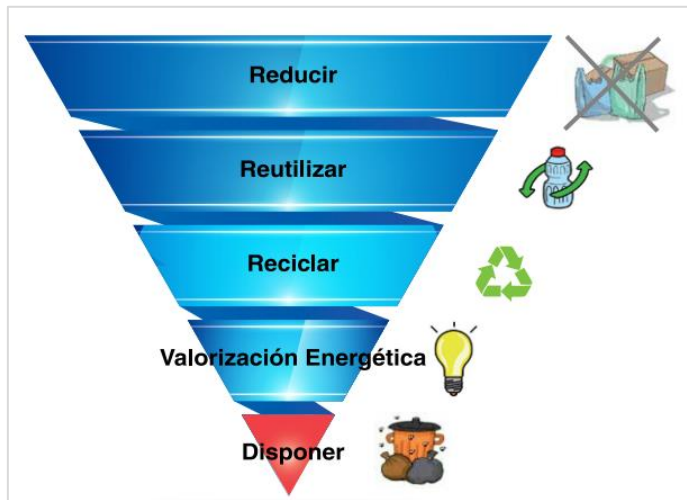
4.4. Separación de residuos y desechos sólidos

Actualmente entro en vigor el acuerdo gubernativo 164-2021 en donde se establece que la población en general debe realizar la clasificación primaria de los RDS; esto quiere decir que como mínimo se deben separar en residuos orgánicos y residuos inorgánicos; para el año 2023 la separación que se debe realizar es la clasificación secundaria, la capacitación constante del personal y la población en general sobre como separar los RDS.

4.4.1. Manipulación

La importancia de realizar un manejo adecuado de los RDS radica en evitar los despilfarros de los recursos naturales y en alcanzar el objetivo de reducir al mínimo posible los RDS que sean dispuestos en el relleno sanitario. Para realizar esta tarea es necesario contar con el conocimiento sobre cómo manejar de forma integral a los RDS en casa, oficina o industria. Como ente responsable de brindar el servicio de tratamiento y disposición final de los RDS es necesario divulgar los métodos para la manipulación de cada tipo de RDS.

Figura 45. **Objetivo para lograr en disposición final**



Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos*. p. 7.

4.4.2. Clasificación

La clasificación de los RDS según el acuerdo gubernativo 164-2021 tiene dos formas:

- Clasificación primaria
 - Orgánica
 - Inorgánica
- Clasificación secundaria
 - Papel y cartón
 - Vidrio

- Plástico
- Metal
- Multicapa
- Otros

Se recomienda utilizar la clasificación secundaria, formando líderes por sectores en el área urbana y líderes por aldea. Cada líder será capacitado para identificar los RDS y multiplicar su conocimiento en el sector o aldea que le corresponda.

4.5. Almacenamiento de residuos sólidos

En lo que respecta al almacenamiento de los residuos sólidos en las viviendas, es notorio en la información obtenida a través de la entrevista que el 96 % de las personas utilizan bolsas plásticas para almacenar sus residuos. Por lo anterior se recomienda utilizar bolsas especiales identificadas a través de colores para almacenarlos; de esta manera será más fácil la separación desde la fuente.

En relación con el almacenamiento de los residuos en áreas públicas se recomienda contar con recipientes adecuados en tamaño y funcionalidad según sea necesario en el área, este puede ser plástico o metálico con tapadera para evitar olores desagradables durante el traslado.

4.5.1. Ubicación de espacio para almacenamiento

En el espacio destinado para almacenar residuos sólidos fuera del relleno sanitario, debe ser adecuado para evitar la proliferación de moscas y roedores. Además, es necesario establecer un espacio para almacenamiento de residuos

revalorizados, para luego contactar a las empresas que utilizan estos como materia prima para su producción. Esto con el objetivo de evitar que estos residuos se degraden en cualquier parte.

4.5.2. Cronograma de traslado

Tomando en cuenta el cronograma de barrido de áreas públicas semanal, que genera la mayoría de los residuos almacenados.

Figura 46. **Cronograma semanal de barrido de áreas públicas**

AREA	L	M	M	J	V	S	D
PARQUE							
CANCHA							
CALLE PRINCIPAL							
BAÑOS MUNICIPALES							
PALACIO MUNICIPAL							

Fuente: elaboración propia.

En la siguiente figura, se describe las fechas de traslado de los residuos almacenados en las bodegas y puntos de reciclaje.

Figura 47. **Cronograma de traslado de residuos sólidos municipales**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

4.6. **Procesamiento de residuos y desechos**

En el análisis de la composición física, realizada en la caracterización se estableció que el mayor problema lo generan los residuos orgánicos, que representan el 45 % de los residuos generados. Adicional para darle el tratamiento adecuado a cada clase de residuo se presenta la mejor opción para gestionar de forma integral cada uno de estos.

4.6.1. **Residuo orgánico**

El proceso de transformación de los residuos sólidos en compost generará el abono para las áreas públicas, para establecer un vivero. El cual permitirá enlazar programas de reforestación en el municipio. Se recomienda la elaboración del compost en pilas, esto porque requiere únicamente atención por

parte de la persona que será encargada. En los anexos se muestra una guía de cómo hacer compost.

4.6.2. Residuo papel

El papel y cartón deberá ser almacenado hasta alcanzar X cantidad y de esta manera se podrá enviar a la empresa de reciclaje. Es importante capacitar a la población en cuanto al manejo de este residuo, ya que debe mantenerse seco.

Se presentan dos empresas para revalorizar los residuos compuestos de papel y cartón:

- Recicladora de oriente
- Recicladora la joya

4.6.3. Residuo metal

Lo que se refiere a los residuos de metal, se contactó a los chatarreros que recolectan dos veces a la semana en las calles del municipio, para que sean ellos los que se lleven los residuos sólidos compuestos de metal que se almacenaran en las estaciones de recolección y los espacios designados para su almacenamiento.

4.6.4. Residuo vidrio

Para poder gestionar los residuos de vidrio, es necesario informar a la población sobre los cuidados que debe tener con estos materiales porque si se quiebran será difícil reciclarlos y se transforman en peligrosos. Se debe

clasificar por color (blanco, verde y café), retirar las partes metálicas o plásticas. Ver anexo con la información detallada sobre cómo preparar el vidrio. Se contactó un centro de acopio en Chiquimula para poder entregarle los residuos a reciclar.

4.6.5. Residuo plástico

Para iniciar con la gestión integral de los residuos de plástico, se debe implementar una estrategia que enseñe y motive a la población a no usar plástico, en especial bolsas, empaques, entre otros. Lo principal es la reducción del consumo de productos que utilizan empaques que no son biodegradables. Se utilizará un depósito en las estaciones de reciclaje para reunir los residuos de plástico y poder revalorizarlos a través de los centros de acopio para las empresas de reciclaje de plástico.

4.6.6. Desecho inorgánico

Para el tratamiento de los desechos inorgánicos se propone incinerarlos para poder realizar la disposición final adecuada. Para esto se debe desarrollar un proyecto para la ubicación de un relleno sanitario.

El tiempo en el que no se cuente con el incinerador se puede gestionar el contacto con la empresa guatemalteca PROVERDE, quien cuenta con el servicio gestión de RDS desde el transporte, tratamiento y disposición final de estos.

Gestionando los siguientes residuos: Llantas, materiales de empaques, plásticos agrícolas, productos fuera de especificación, granos, residuos textiles, aceites usados, agroquímicos, aguas contaminadas, pinturas a base de agua, tierras impregnadas y residuos municipales preclasificados.

Esta empresa no gestiona los siguientes residuos: Residuos de alta contaminación de cianuro, ácidos minerales, residuos radioactivos, residuos biológicamente peligrosos sin tratar, baterías y desechos eléctricos, residuos hospitalarios anatómicos, residuos que contengan asbestos, explosivos y residuos domésticos sin clasificar.

4.7. Disposición final

Es de suma importancia desarrollar un sistema adecuado para la disposición final de residuos y desechos sólidos. Tomando en cuenta que se debe brindar un tratamiento antes de su disposición final, esto como parte clave del sistema.

4.7.1. Tratamiento de desechos sólidos para su disposición final

Según el normativo actual para la gestión de residuos y desechos sólidos, los sistemas de tratamiento que se pueden aplicar son: incineración, reducción mecánica de volumen. Para la incineración es necesario gestionar un proyecto para su ejecución, en cuanto a la reducción mecánica, se puede realizar mediante fragmentación de los desechos.

4.7.2. Relleno sanitario

El relleno sanitario recomendado es el manual, esto debido a que la población es menor de 20 000 habitantes y se generan 5 toneladas por día de residuos. Tomando en cuenta el crecimiento de esta, se realizan los cálculos para que el relleno sanitario tenga un tiempo de vida de 5 años y con 0 % aprovechamiento de residuos.

Tabla VII. **Área para relleno sanitario con 0 % aprovechamiento de RDS**

Per cápita	0,89 Kg/m3
Cobertura	40 %
% aprovechamiento	0 %
Cálculo del área para relleno sanitario	
Cantidad generada por día	6 Ton/día
Densidad de compactación	0,59 Ton/m3
Altura	1,66 M
Área	9 864 M2
	1 Hectárea

Fuente: elaboración propia.

Al poner en marcha el plan de gestión integral de residuos sólidos se estima un mínimo de aprovechamiento de estos en 55 %, ya que con brindarle una gestión adecuada a los desechos sólidos orgánicos se estaría aprovechando el 44,4 % de los residuos actuales. Además, el aprovechamiento del 11 % que representan los reciclables (papel, cartón, vidrio, PET, plástico y latas).

Tabla VIII. **Área para relleno sanitario con 55 % aprovechamiento de RDS**

Per cápita	0,89 Kg/m3
Cobertura	40 %
% aprovechamiento	55 %
Cálculo del área para relleno sanitario	
Cantidad generada por día	6 Ton/día
Densidad de compactación	0,59 Ton/m3
Altura	1,66 M
Área	4 439 M2
	0,4 Hectárea

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en el cálculo realizado al tener programas de aprovechamiento de los residuos, aplicando el concepto de economía circular en el municipio la reducción del área necesaria para el relleno sanitario es muy significativa porque disminuye en un 60 % el espacio requerido.

Es relevante tomar en cuenta que el espacio destinado para el relleno sanitario debe tener un área para los camiones, el vivero y para los trabajadores designados al mismo.

Localización del terreno para el relleno sanitario, proyectado con una vida útil de 5 años y sus características.

Tabla IX. **Análisis de la ubicación del terreno seleccionado**

Características	Requisitos del MARN	Características del sitio en estudio	Resultados
Zona de recarga de acuíferos y fuentes de abastecimientos de agua potable	Estar ubicado a una distancia que garantice que las zonas de recarga de acuíferos o de fuentes de abastecimiento de agua potable estén libres de contaminación.		
Permeabilidad	Estar ubicado a una distancia que garantice que las zonas de recarga de acuíferos o de fuentes de abastecimiento de agua potable estén libres de contaminación.		
Material de cobertura	Estar ubicado a una distancia que garantice que las zonas de recarga de acuíferos o de fuentes de abastecimiento de agua potable estén libres de contaminación.		
Zonas de inundación, cuerpos de agua y zonas de drenaje natural	Estar ubicado a una distancia que garantice que las zonas de recarga de acuíferos o de fuentes de abastecimiento de agua potable estén libres de contaminación.		
Núcleos poblacionales	Estar ubicado a una distancia que garantice que las zonas de recarga de acuíferos o de fuentes de abastecimiento de agua potable estén libres de contaminación.		
Áreas naturales protegidas y servidumbre de paso	Estar ubicado a una distancia que garantice que las zonas de recarga de acuíferos o de fuentes de abastecimiento de agua potable estén libres de contaminación.		
Fallas geológicas	Estar ubicado a una distancia que garantice que las zonas de recarga de acuíferos o de fuentes de abastecimiento de agua potable estén libres de contaminación.		

Fuente: elaboración propia.

Es necesario llevar un control de recolección y disposición final de residuos en el relleno sanitario.

Tabla X. **Hoja para control de recolección y disposición final de residuos**

FECHA	No. DE VIAJE	HORA		VEHICULO			DESECHOS SOLIDOS		OBSERVACIONES	REVISADO
		ENTRADA	SALIDA	TIPO	CAPACIDAD (M3)	PROCEDENCIA	VOLUMEN (M3)	PESO (Kg)		

Fuente: elaboración propia.

4.8. **Guía de sensibilización y capacitación para la población**

La divulgación del nuevo reglamento para la gestión integral de los residuos y desechos sólidos es clave para lograr cumplir con éxito la gestión integral de estos. Principalmente la clasificación, separación, almacenamiento adecuado y el tratamiento que le corresponde a cada tipo de residuo.

4.8.1. Cronograma para la campaña de recolección de residuos peligroso y especiales

Dar a conocer en la población la información básica relacionada con la clasificación de los residuos peligrosos y diseñar un programa de recolección de estos, una vez a por semana en las bodegas.

Tabla XI. Planificación de fechas para capacitaciones

ÍTEM	ACTIVIDAD	PERIODICIDAD	RESPONSABLE		OCTUBRE					NOVIEMBRE					DICIEMBRE					ACTIVIDADES PROGRAMADAS VS CUMPLIDAS
					SEMANA					SEMANA					SEMANA					
					39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51			
CAPACITACIONES Y ENTRENAMIENTO EN GENERAL																				
1	Inducción a empleados municipales sobre el Acuerdo Gubernativo 164-2021. Reglamento para la gestión integral de los residuos y desechos sólidos comunes	Inducción	UGAM	P														0		
				E													0			
2	Inducción a líderes comunitarios sobre el Acuerdo Gubernativo 164-2021. Reglamento para la gestión integral de los residuos y desechos sólidos comunes	Inducción	UGAM	P													0			
				E												0				
3	Inducción a maestros, centro de salud y otros empleados de instituciones ubicadas en el municipio sobre el Acuerdo Gubernativo 164-2021. Reglamento para la gestión integral de los residuos y desechos sólidos comunes	Inducción	UGAM	P													0			
				E												0				
4	Inducción a población en general del municipio sobre el Acuerdo Gubernativo 164-2021. Reglamento para la gestión integral de los residuos y desechos sólidos comunes	Inducción	UGAM	P													0			
				E												0				
5	Capacitación sobre como reciclar	Semanal	UGAM	P													0			
				E												0				

Fuente: elaboración propia.

Crear programas para residuos peligrosos especiales, como aceites usados asignando en el relleno sanitario un lugar específico para almacenarlo e informar a la población que pueden llevar sus residuos a ese lugar.

Figura 48. **Clasificaciones primarias de residuos**



Fuente: elaboración propia, empleando Photoshop CS6.

La divulgación de esta información se puede realizar a través de cuñas radiales, afiches y cartillas educativas.

4.8.2. **Cronograma para capacitación para minimizar la generación de residuos desde su origen**

Desarrollar talleres de capacitación en el tema de clasificación de residuos para la población en general.

Estas capacitaciones deberán programarse por zona o por barrio, para alcanzar el 100 % de la población y después realizar encuestas para conocer los cambios que se han presentado en el proceso de gestión de residuos a nivel domiciliar.

5. PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO

5.1. Plan de monitoreo

En este punto se establecen objetivos, metas y acciones a realizar a corto y mediano plazo.

5.1.1. Corto plazo

Para las actividades que son alcanzables a corto plazo, se iniciara con las siguientes.

Tabla XII. **Actividades a corto plazo**

Actividad planificada	Actividad ejecutada	Nivel de cumplimiento	Responsable	Comentarios	Recomendaciones
Cierre de 12 botaderos no autorizados para agosto del 2022					
Visita a proyecto de compost para el mes de mayo del 2022					

Fuente: elaboración propia.

5.1.2. Mediano plazo

Las actividades para realizar a mediano plazo se describen a continuación.

Tabla XIII. Actividades a mediano plazo

Actividad planificada	Actividad ejecutada	Nivel de cumplimiento	Responsable	Comentarios	Recomendaciones
Visita a proyecto de relleno sanitario para agosto del 2022					
Visita a proyecto de vivero municipal para abril del 2022					

Fuente: elaboración propia.

5.2. Estadísticas

La información y el conocimiento es la clave para la toma de decisiones adecuadas, por lo que es necesario definir los indicadores para el monitoreo de la gestión integral de residuos y desechos sólidos.

5.2.1. Indicadores para el monitoreo

Entre los indicadores más importantes que deben tener en el registro municipal están:

- Taza de generación Kg/hab/día

- Composición de residuos generados
- Numero de botaderos clandestinos
- Viviendas que usan el servicio de recolección
- Viviendas que reciclan sus residuos
- Cantidad en toneladas de residuos depositados en el vertedero o relleno sanitario diariamente.
- Cantidad de residuos revalorizados mensualmente.

A través del control que se tenga de estos indicadores, la toma de decisiones con relación a nuevos programas o proyectos estará bien fundamentada y tendrá el éxito asegurado.

5.2.2. Generación desde el origen

Para tener el control de las personas capacitadas en relación con la reducción de residuos sólidos, es necesario crear un registro de estas. En cada inducción, capacitación y observaciones semanales en campo se debe generar un listado e ingresarlo a una base de datos para mantener el control sobre:

- Personas capacitadas en clasificación de residuos sólidos
- Viviendas que clasifican sus residuos
- Porcentaje de uso de bolsas plásticas

Estos datos servirán para fundamentar la toma de decisiones en cuanto a la gestión integral de residuos y desechos sólidos.

5.2.3. Residuos revalorizados

Es necesario la revalorización de los residuos sólidos, esto permitirá la creación de proyectos para mejorar la condición de vida de las personas dedicadas a la separación informal de residuos. Los datos necesarios para poder estimar costos son:

- Cantidad de residuos revalorizados mensualmente
- Beneficio de la revalorización de residuos

5.3. Análisis beneficio/costo

La recicladora más cercana al municipio, estimo el beneficio que este puede obtener al revalorizar los residuos sólidos revalorizándolos de la siguiente manera:

Tabla XIV. Oportunidad de ganancia en quetzales

RESIDUO	PESO	BENEFICIO (Q)
Papel	Quintal	Q 50,00
Metal	Quintal	Q 50,00
Vidrio	Quintal	Q 18,00
Plástico		
PET	Quintal	Q 75,00
Soplado	Quintal	Q 25,00
Duro	Quintal	Q 35,00
Nylon	Quintal	Q 25,00

Fuente: elaboración propia.

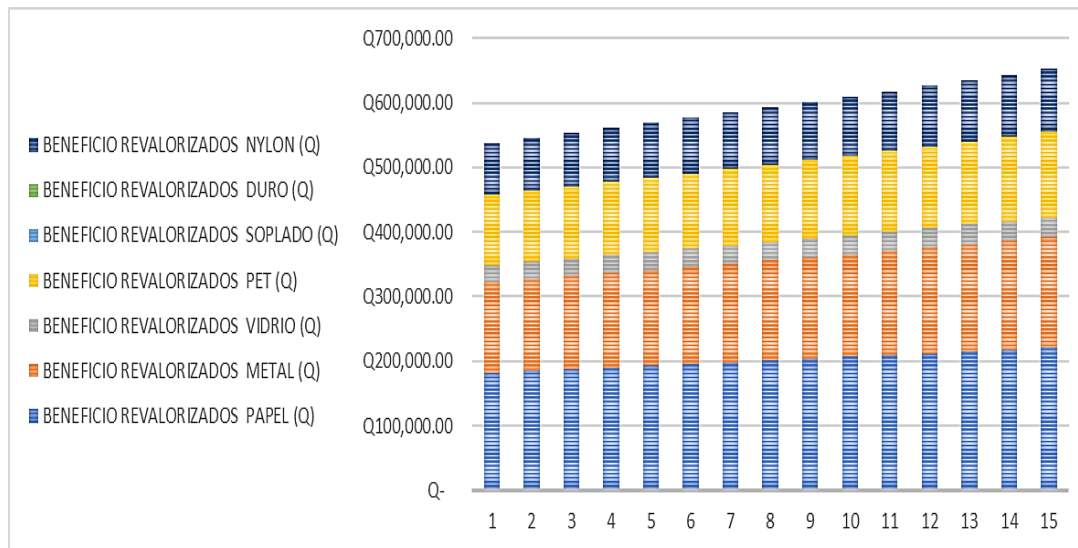
Basado en la proyección de generación de residuos sólidos y en los resultados de la composición de estos, obtenida en la caracterización se estimó el siguiente beneficio en quetzales.

Tabla XV. Beneficio de revalorización según tipo de residuo

AÑO	BENEFICIO REVALORIZADOS PAPEL (Q)	BENEFICIO REVALORIZADOS METAL (Q)	BENEFICIO REVALORIZADOS VIDRIO (Q)	BENEFICIO REVALORIZADOS PET (Q)	BENEFICIO REVALORIZADOS SOPLADO (Q)	BENEFICIO REVALORIZADOS DURO (Q)	BENEFICIO REVALORIZADOS NYLON (Q)
2021	182 636,95	140 489,96	25 878,25	108 879,72	Q -	Q -	80 547,58
2022	185 157,34	142 428,73	26 235,37	110 382,26	Q -	Q -	81 659,14
2023	187 712,52	144 394,24	26 597,42	111 905,54	Q -	Q -	82 786,03
2024	190 302,95	146 386,88	26 964,46	113 449,83	Q -	Q -	83 928,48
2025	192 929,13	148 407,02	27 336,57	115 015,44	Q -	Q -	85 086,69
2026	195 591,55	150 455,04	27 713,82	116 602,66	Q -	Q -	86 260,89
2027	198 290,71	152 531,32	28 096,27	118 211,77	Q -	Q -	87 451,29
2028	201 027,13	154 636,25	28 484,00	119 843,09	Q -	Q -	88 658,12
2029	203 801,3	156 770,23	28877,08	121 496,93	Q -	Q -	89 881,6
2030	206 613,76	158 933,66	29 275,58	123 173,59	Q -	Q -	91 121,97
2031	209 465,03	161 126,94	29 679,58	124 873,38	Q -	Q -	92 379,45
2032	212 355,65	163 350,5	30 089,16	126 596,63	Q -	Q -	93 654,28
2033	215 286,15	165 604,73	30 504,39	128 343,67	Q -	Q -	94 946,71
2034	218 257,1	167 890,08	30 925,35	130 114,81	Q -	Q -	96 256,98
2035	221 269,05	170 206,96	31 352,12	131 910,4	Q -	Q -	97 585,32

Fuente: elaboración propia.

Figura 49. Beneficio de revalorizar los residuos sólidos



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

Con el gráfico anterior se puede concluir que los beneficios obtenidos al revalorizar los residuos son significativos, principalmente al tomar en cuenta el índice de crecimiento poblacional.

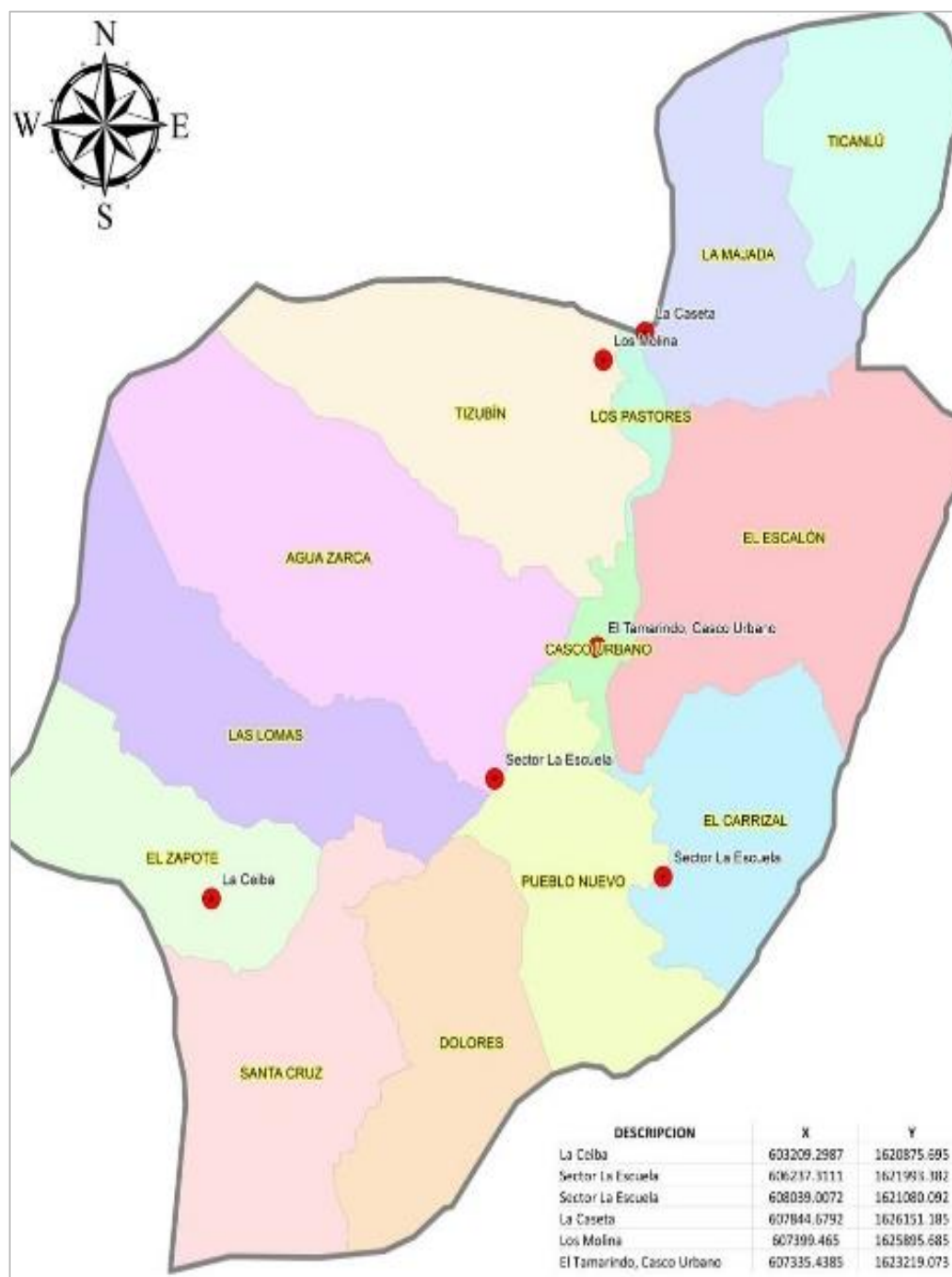
5.4. Acciones correctivas

Las estrategias específicas para tratar los retos principales dentro de la gestión integral de residuos son:

5.4.1. Monitoreo de basureros clandestinos

Se deben realizar observaciones cada semana para verificar el estado de los basureros clandestinos identificados.

Figura 50. **Ubicación de basureros clandestino en el municipio**



Fuente: Municipalidad de San Jacinto. *Basureros clandestinos municipales*. p. 10.

La meta es reducir el 100 % de estos para agosto del 2022. En los basureros clandestinos que sean persistentes, se recomienda colocar una unidad de almacenamiento.

Figura 51. **Basureros en puntos estratégicos**



Fuente: Solid Waste Management Department. *Services guide*.
<https://www.sanantonio.gov/portals/0/files/swmd/2015ServicesGuide.pdf>. Consulta: agosto de 2021.

5.4.2. Campañas de concientización

Calendarizar campañas de concientización cada semana, organizando grupos dentro del casco urbano a través de los comités, COCODES y otros.

Tabla XVI. **Cronograma de campañas de concientización**

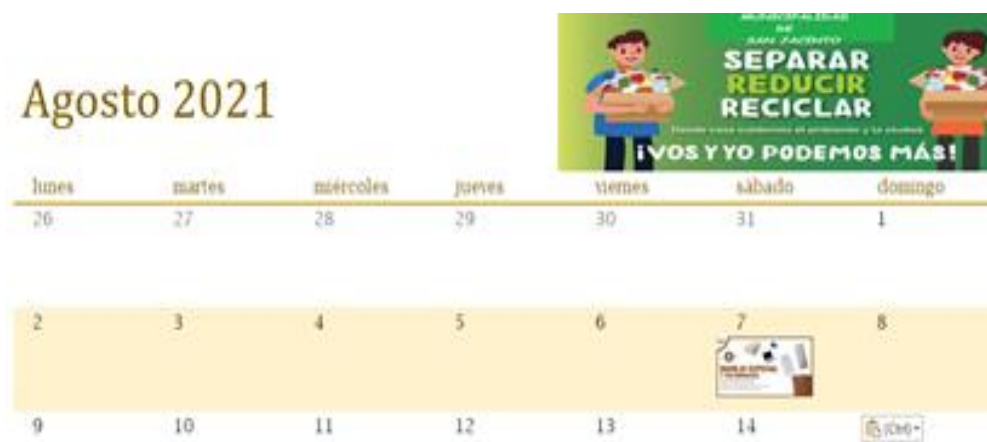
ÍTEM	ACTIVIDAD	PERIODICIDAD	RESPONSABLE		OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE					ACTIVIDADES PROGRAMADAS VS CUMPLIDAS
					SEMANA				SEMANA				SEMANA					
CAPACITACIONES Y ENTRENAMIENTO EN GENERAL					39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	
5	Capacitación sobre como reciclar	Semanal	UGAM	P														0
				E													0	
6	Campañas de concientización	Semanal	UGAM	P														0
				E													0	

Fuente: elaboración propia.

5.4.3. Campañas de recolección de residuos peligrosos y especiales

Calendarizar la recolección de residuos peligrosos en el municipio mensualmente. Se debe divulgar la fecha, el lugar y la forma en la que deben llevar estos residuos.

Figura 52. **Calendario de recolección mensual de residuos peligrosos y especiales**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

5.4.4. **Multas por mal manejo de residuos y desechos sólidos**

Para la aplicación de infracciones y sanciones, se usará el Reglamento para la gestión integral de los residuos y desechos sólidos comunes en el capítulo VI.

5.5. **Auditoría y verificación**

Es necesario revisar y verificar la ejecución de los procedimientos que se establecieron para cada etapa en la gestión integral de residuos y desechos sólidos.

Se propone controlar de forma interna y externa los indicadores descritos en cada formato de auditoría.

5.5.1. Auditoría interna

La auditoría interna se llevará a cabo a través de las siguientes acciones:

Tabla XVII. Auditoría interna

Indicadores	Tipo de Indicador	Acciones
Verificación de la recolección de datos para análisis estadísticos.	Eficiencia Gestión Cumplimiento	<ul style="list-style-type: none"> Verificación de base de datos mensualmente.
Realizar caracterización de residuos sólidos cada cinco años, para determinar hábitos de consumo y nuevas medidas de revalorización.	Gestión Cumplimiento Eficacia	<ul style="list-style-type: none"> Actualizar registro de los estudios realizados anualmente. Realizar comparación y análisis de los resultados actuales versus los anteriores.
Implementar nuevos programas para la reducción de generación de residuos sólidos domiciliarios.	Eficiencia	<ul style="list-style-type: none"> Cartillas educativas Diseño de talleres educativos para distintos grupos. Divulgación del reglamento para la gestión integral de los residuos y desechos sólidos comunes.

Fuente: elaboración propia.

5.5.2. Auditoría externa

La auditoría externa se realizará tomando como base los siguiente indicadores y acciones.

Tabla XVIII. Auditoría externa

Indicadores	Tipo de Indicador	Acciones
Implementación de medidas de manejo del programa de atención a preguntas, quejar, reclamos y solicitudes.	<div>Eficiencia</div> <div>Gestión</div> <div>Cumplimiento</div>	<ul style="list-style-type: none"> Creación de un sistema de atención al usuario Atención a la comunidad
Conocer si las inspecciones preventivas y actividades de mantenimiento son ejecutadas en su totalidad	Eficiencia	<ul style="list-style-type: none"> Mantenimiento preventivo Inspecciones preventivas en las rutas de recolección
Verificación de la disposición adecuada de los residuos sólidos generados en el municipio de San Jacinto	Eficiencia	<ul style="list-style-type: none"> Manejo de residuos peligrosos
		<ul style="list-style-type: none"> Manejo de residuos revalorizados
		<ul style="list-style-type: none"> Manejo de los residuos sólidos
		<ul style="list-style-type: none"> Verificación de uso de equipo de protección
Implementación de campañas para la gestión integral de residuos sólidos en el programa de educación	Gestión	<ul style="list-style-type: none"> Sensibilización a los trabajadores y población en general sobre los efectos asociados a la salud y medio ambiente.
	Cumplimiento	
	Eficacia	
Verificación del cumplimiento de las medidas establecidas para la gestión integral de los residuos y desechos sólidos	Eficiencia	<ul style="list-style-type: none"> Señalización de los sitios de las estaciones de almacenaje, rutas de recolección y clasificación de residuos sólidos.

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. En el estudio se determinó que el 44 % de los residuos sólidos son de tipo orgánico biodegradable. Identificando las diversas condiciones de manejo de estos, que en su mayoría no son recolectados. El municipio cuenta con un 40 % de cobertura a nivel del casco urbano.
2. Se estableció una generación per cápita de 0,86 Kg/habitante/día en el casco urbano del municipio de San Jacinto del departamento de Chiquimula. A través de este, se estimó la generación anual para todo el municipio y el beneficio que se puede obtener al revalorizar los residuos.
3. Se diseñó la ruta óptima para la recolección de residuos en el casco urbano y se definieron puntos para reciclaje dentro del municipio.
4. Se calculó que el 55 % de los residuos generados pueden ser aprovechados como materia prima para generar compost y como residuos revalorizados a través de una empresa recicladora que operan en Chiquimula.
5. Se diseñó un cronograma de limpieza de áreas públicas, que establece el barrido diario de las mismas. Definiendo como área pública el parque, la calle principal y el mercado.
6. Los puntos más importantes de la guía de sensibilización y capacitación son: la clasificación de residuos y la importancia que tiene en la reducción de emisiones de gases efecto invernadero.

7. Se definió una campaña de recolección de desechos especiales (electrónicos, muebles grandes, estufas, lavadoras, refrigeradoras, *tablets*, teléfonos, radios, entre otros), en el mes de noviembre se colocará en las bodegas de almacenamiento durante una semana y en el relleno sanitario.

RECOMENDACIONES

A la unidad de manejo de residuos y desechos sólidos de la municipalidad.

1. Generar estrategias que se enfoquen en la minimización de residuos sólidos en la fuente.

Crear oportunidades de trabajo para las personas dedicadas a la recolección que a través de la revalorización de los residuos en el vertedero municipal.

2. Crear talleres para la divulgación del plan de gestión integral de residuos sólidos en el municipio y su importancia.
3. Realizar un estudio de caracterización de residuos y desechos sólidos cada dos años para actualizar el valor de la generación per cápita, para la toma de decisiones acertadas.
4. Revisar cada seis meses la ruta de recolección, para optimizarla según los requerimientos actuales.
5. Divulgar el cronograma de limpieza de áreas públicas, para lograr involucrar a la población en general en la reducción de la generación de residuos y desechos sólidos.

6. Crear talleres de sensibilización para minimizar la generación de residuos y desechos sólidos en escuelas, institutos, grupos comunitarios, empresas e instituciones ubicadas en el municipio.

BIBLIOGRAFÍA

1. Freepik. *Camión de basura*. [en línea]. <https://www.freepik.es/vector-gratis/camion-basura-fondo-blanco_4228184.htm>. [Consulta: 25 de agosto de 2021].
2. GAIA. *Punto de reciclaje*. [en línea]. <<https://guiadenoticias.com.ar/diario/nuevo-punto-de-recepcion-de-reciclables-de-ituzaingo-se-pa-ra/>>. [Consulta: 26 de agosto de 2021].
3. Gobierno de Guatemala. [en línea]. *Ubicación Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales*. <<https://www.marn.gob.gt/paginas/Institucin>>. [Consulta: 29 de julio de 2021].
4. Google. *Elaboración de ladrillos ecológicos*. [en línea]. <<https://www.google.com/search?q=materiales+residuales&sxsrf=AOaemvLOQsqBVOVu8Fm3mjcvXIPgOP6sJw:1643312699565&>>. [Consulta: 22 de agosto de 2021].
5. _____. *Materiales residuales*. <https://www.google.com/search?q=materiales+residuales&sxsrf=AOaemvLOQsqBVOVu8Fm3mjcvXIPgOP6sJw:1643312699565&>. Consulta: 20 de agosto de 2021.

6. _____. *Tratamiento de residuos*. [en línea].
<<https://www.google.com/search?q=tratamiento+de+residuos&sxsrf=AOaemvLOQsqBVOVu8Fm3mjcvXIPgOP6sJw:1643312699565&>>>. [Consulta: 23 de agosto de 2021].
7. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Acuerdo gubernativo 281-2015 Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos*. Guatemala: MARN, 2015. 90 p.
8. _____. *Acuerdo Gubernativo 73-2021. Reglamento orgánico interno del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales*. Guatemala: Guatemala, 2021. 28 p.
9. Ministerio de Economía. *Perfil departamental de Chiquimula*. Guatemala: Municipalidad de Chiquimula, 2017. 80 p.
10. Municipalidad de Chiquimula. *Plan de desarrollo departamental Chiquimula*. Guatemala: SEGEPLAN, 2019. 90 p.
11. Municipalidad de Guatemala. *Municentro de reciclaje*. [en línea]. <muniguate.com>. [Consulta: 26 de agosto de 2021].
12. Municipalidad de San Jacinto. *Plan de desarrollo municipal y ordenamiento territorial municipio de San Jacinto*. Guatemala: SEGEPLAN, 2018. 145 p.
13. _____. *Plan Estratégico Institucional PEI*. Guatemala: SEGEPLAN, 2021. 120 p.

14. _____. *Plan Operativo Anual POA*. Guatemala: SEGEPLAN, 2021 98 p.
15. _____. *Plan Operativo Multianual POM*. San Jacinto, Chiquimula, Guatemala: SEGEPLAN, 2021-2025.
16. _____. *Plan Operativo Multianual POM*. San Jacinto, Chiquimula, Guatemala: SEGEPLAN, 2021. 70 p.
17. _____. *Política pública municipal para la prevención de la violencia y el delito*. Guatemala: Unidad para la prevención comunitaria de la violencia, 2017. 190 p.
18. Prevencionar. *Equipo de protección personal*. [en línea]. <<https://prevencionar.com/2019/02/20/que-es-un-equipo-de-proteccion-individual/>>. [Consulta: 25 de agosto de 2021].
19. Recytrans. *Compactador de residuos*. [en línea]. <<https://www.recytrans.com/productos/compactadores-de-residuos/>>. [Consulta: 17 de octubre de 2021].
20. República de Guatemala. *Memoria de Labores*. Guatemala: Estado de Guatemala, 2010. 133 p.
21. RIVERA, Griselda. *Diagnóstico de la problemática de los residuos sólidos urbanos en el municipio de Ciudad Ixtepec, Oaxaca, México*. México: Ingeniería Ambiental Oaxaca, 2005. 201 p.

22. Secretaría de Seguridad Alimentaria y Nutricional, SESAN. *Diagnostico situación de municipio de San Jacinto departamento de Chiquimula*. Guatemala: SESAN, 2018. 79 p.
23. Solid Waste Management Departament. *Services guide*. [en línea]. <<https://www.sanantonio.gov/portals/0/files/swmd/2015ServicesGuide.pdf>>. [Consulta: agosto de 2021].
24. TCHOBANOGLIOUS, George. *Desechos Sólidos, principios de Ingeniería y Administración*. Estados unidos: Tchobanoglous. 1982. 360 p.
25. VELÁSQUEZ RAMOS, Henry Alexander. *Gestión de los desechos sólidos en la cabecera municipal de Tejutla, departamento de San Marcos*. Trabajo de graduación de Postgrado. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2018. 124 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. **Tabla de generación y manejo de residuos peligrosos**

TIPO DE DESECHO	GENERACION DE DESECHO ANUAL		Manejo de desechos						
	Peso anual en kg	Cantidad anual	1	2	3	4	5	6	7
			Los tira en cualquier lugar	Los tira en algún río	Se los lleva el camión recolector	Los quema	Los entierra	Los vende para reciclaje	Otros
Termometro	0.22	11	0	0	7	0	0	0	18
Lamparas y	35.70	102	1	0	22	1	0	0	0
Baterias alc	3.28	175	0	0	23	0	0	0	2
Baterias de	220	22	0	0	0	0	0	20	5
Aceites	0	0	10	10	2	0	0	0	4
Pinturas	0	0	2	0	9	0	0	0	14
Medicament	5.04	66	1	1	17	0	2	2	2
Desechos e	19.34	43	1	0	7	0	0	15	2
TOTAL ANU	283.58	419							

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Tabla de datos obtenidos en caracterización con medición diaria**

NUMERO MUESTRA	ABITANTES/DIA	PESO TOTAL DE LOS RESIDUOS (KG) EN LA VIVIENDA POR DIA						
		1	2	3	4	5	6	7
1	4	5,5	4,9	3	6,8	9	2,8	5,2
2	4	3	0,7	3,4	1,9	1,5	3,5	1
3	5	5,7	1,9	4,8	4,5	3,7	6,7	4,5
4	5	2,4	2,6	1	5,51	6,1	11	10
5	3	7	1	2,1	3,2	2,8	3,2	3,3
6	5	1	2,3	2,1	1,5	1,9	2,4	1,8
7	3	2,1	0,8	0,8	1	0,7	1	0,7
8	3	6,8	3	2,8	2,2	1,9	3,5	4,3
9	4	3,6	1,7	2,3	2,1	1,7	2,7	2,7
10	6	1,5	1,6	1,4	1,6	1,6	1,4	1,8
11	7	1,3	5,2	3	1,2	3,1	1	2,4
12	4	0,9	3,5	1,6	2,1	1,6	2,3	3
13	3	4,7	13	5,2	5,6	5,8	11,5	7,5
14	3	11,2	2,6	2,9	3,1	26	1,3	3,2
15	2	2,1	2	1,5	3,2	1,3	1,5	4,6
16	4	4,8	1,8	4	1,8	1,3	5	2,4
17	6	10,5	1,9	7,5	2,3	0,8	1,4	4,1
18	4	2,6	2,3	3,5	6,8	2,3	1,4	3,2
19	3	6,3	4,2	3,5	6,4	1,7	2,1	7,9
20	5	9	0,6	0,2	0,5	0,5	0,5	0,9
21	3	2,7	1	3,3	20,3	1,2	2,5	2,7
22	4	1,2	0,9	1,5	3,9	2,3	1,1	0,4
23	5	3,5	1,5	0,5	3,2	2	0,9	0,9
24	3	4,6	0,6	0,8	0,6	0,4	0,5	0,6
25	2	1,2	4	0,5	2,1	1,8	0,9	1,2
PROMEDIO POR DIA		5	4	2.75	1	12.333333	4.5	4.6666667

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Formatos para toma de datos en caracterización**

BOLETA DE CAMPO PARA MUESTREO DE GENERACIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS			
1. Nombre del encuestador: _____			
2. Localidad: _____		No. De Muestra: _____	
3. Estrato socioeconómico: _____			
4. Datos del domicilio seleccionado:			
Calle o avenida: _____		Numero de casa: _____	
Colonia: _____		Municipio: _____	
Departamento: _____		No. De habitantes en la vivienda: _____	
5. ¿Qué tipo de recipiente utiliza para almacenar sus residuos y desechos (basura)?			
Bolsa plástica <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Costal	<input type="checkbox"/> Caja de cartón	Otro, indique: _____
6. ¿Con que frecuencia recogen sus residuos y desechos (basura)?			
<input type="checkbox"/> 1 por semana	<input type="checkbox"/> 2 por semana	<input type="checkbox"/> 3 por semana	Otro, indique: _____
7. ¿Qué hace con los residuos y desechos (basura) si no pasa el camión?			
Quemar <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Enterrar	<input type="checkbox"/> Tirar	Otro, indique: _____
8. ¿Qué opina del servicio de recolección?			
Bueno <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Malo	<input type="checkbox"/> Regular	

Continuación del apéndice 3.

9. Generación de residuos y desechos peligrosos domiciliarios

Tipo de Desecho	Generación de Desechos		Manejo de Desechos						
	Unidad de medida	Cantidad generada (anual)	1 Los tira en cualquier lugar	2 Los tira en algún río	3 Se los lleva el camión recolector	4 Los quema	5 Los entierra	6 Los vende para reciclaje	7 Otro
Termómetros	Pieza								
Lámparas y bombillas	Pieza								
Baterías (pilas)	Pieza								
Baterías de automóviles	Pieza								
Aceites	Galones								
Pinturas	Galones								
Medicamentos vencidos	Pieza								
Desechos electrónicos*	Pieza								

* Televisiones, radios, celulares, planchas, microondas, computadoras

10. Inventario de generación por día

No.	Fecha	Peso total de los residuos (kg) en la vivienda	Generación per-cápita (kg/hab/día)*	Observaciones
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				

*La generación per cápita es obtenida de la división del peso total de los residuos generados en el día en la vivienda (muestra) por el número de habitantes en la vivienda.

Continuación del apéndice 3.

BOLETA DE CAMPO PARA LA PRUEBA DE COMPOSICIÓN FISICA	
Localidad/Municipio: _____	Departamento: _____
Fecha: _____	Hora del análisis: _____
Estrato socioeconómico: _____	Peso de la muestra: _____ kg.
Tara del recipiente* _____	responsable del análisis: _____
Dependencia o institución: _____	

CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS Y DESECHOS POR CATEGORIA

A. ORGÁNICO				
No.	SUBPRODUCTOS	PESO (kg)	% EN PESO	OBSERVACIONES
	Residuos de alimentos			
	Residuos de jardinería			
	Hueso			
Total				

B. PAPEL Y CARTÓN				
No.	SUBPRODUCTOS	PESO (kg)	% EN PESO	OBSERVACIONES
	Papel			
	Cartón			
	Envase de cartón encerado			
Total				

C. PLÁSTICO				
No.	SUBPRODUCTOS	PESO (kg)	% EN PESO	OBSERVACIONES
	Plástico película			
	Plástico rígido			
	PET			
	Poliuretano			
	Poliestireno expandido			
Total				

Continuación del apéndice 3.

D. VIDRIO				
No.	SUBPRODUCTOS	PESO (kg)	% EN PESO	OBSERVACIONES
	Vidrio de color			
	Vidrio transparente			
Total				

E. MATERIAL FERROSO				
No.	SUBPRODUCTOS	PESO (kg)	% EN PESO	OBSERVACIONES
	Material ferroso			
	Lata			
Total				

F. MATERIAL NO FERROSO				
No.	SUBPRODUCTOS	PESO (kg)	% EN PESO	OBSERVACIONES
	Material no ferroso			
	Lata de aluminio			
Total				

G. VARIOS				
No.	SUBPRODUCTOS	PESO (kg)	% EN PESO	OBSERVACIONES
	Loza y cerámica			
	Madera			
	Hule			
	Tetrapack			
	Cuero			
	Algodón			
	Trapo			
	Fibra dura vegetal (esclerenquima)			
	Fibra sintética			
	Residuo fino (que pase la criba M 2.00)			
Total				

H. DESECHOS SANITARIOS				
No.	SUBPRODUCTOS	PESO (kg)	% EN PESO	OBSERVACIONES
	Papel sanitario			
	Pañal desechable			
Total				

Continuación del apéndice 3.

I. PELIGROSOS				
No.	SUBPRODUCTOS	PESO (kg)	% EN PESO	OBSERVACIONES
	Pilas alcalinas			
	Pilas de litio			
	Pilas de mercurio			
	Pilas recargables			
	Baterías y acumuladores			
	Aceites y lubricantes			
	Focos incandescentes			
	Focos ahorradores			
	Lámparas fluorescentes			
	Pinturas y solventes			
	Insecticidas y productos de limpieza			
	Medicamentos caducos			
	Jeringas, lancetas, rastrillos			
	Gasas y algodones con restos de			
	Sangre			
	Material de diálisis			
	Termómetros			
Total				

J. ESPECIALES				
No.	SUBPRODUCTOS	PESO (kg)	% EN PESO	OBSERVACIONES
	Electrodomésticos			
	Tecnológicos (computadoras, celulares etc.)			
	Material de construcción			
Total				

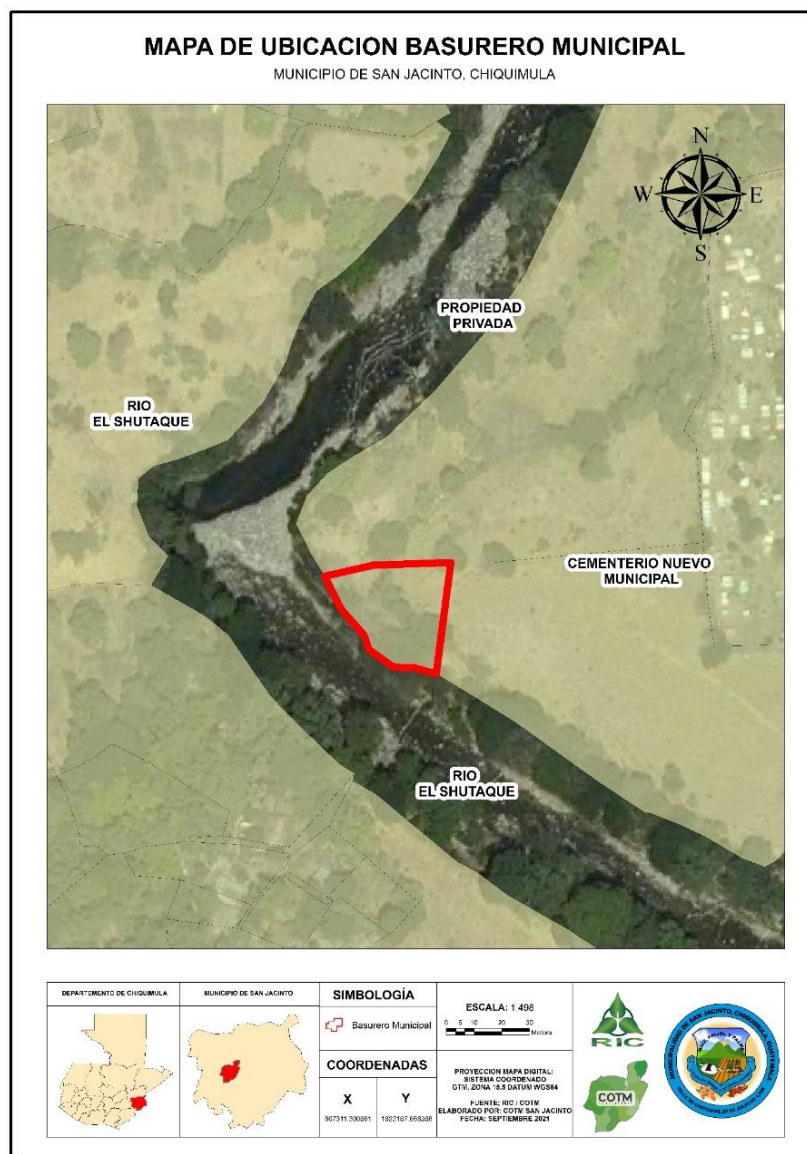
Continuación del apéndice 3.

BOLETA DE CAMPO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS	
Localidad: _____	Departamento: _____
Fecha y hora de la determinación: _____	
Estrato socioeconómico muestreado: _____	
Condiciones climatológicas imperantes durante la determinación _____	
Capacidad del recipiente: _____	m3
Tara del recipiente: _____	kg
Capacidad del recipiente tomada para la determinación: _____	m3
Peso bruto (peso del recipiente con los residuos): _____	kg
Peso neto de los residuos (peso bruto – tara): _____	kg
Peso volumétrico “in situ” de los residuos: _____	kg/m3
Responsable de la determinación:	
Nombre: _____	
Cargo: _____	
Dependencia/Institución: _____	
Observaciones: _____ _____ _____	

Fuente: elaboración propia.

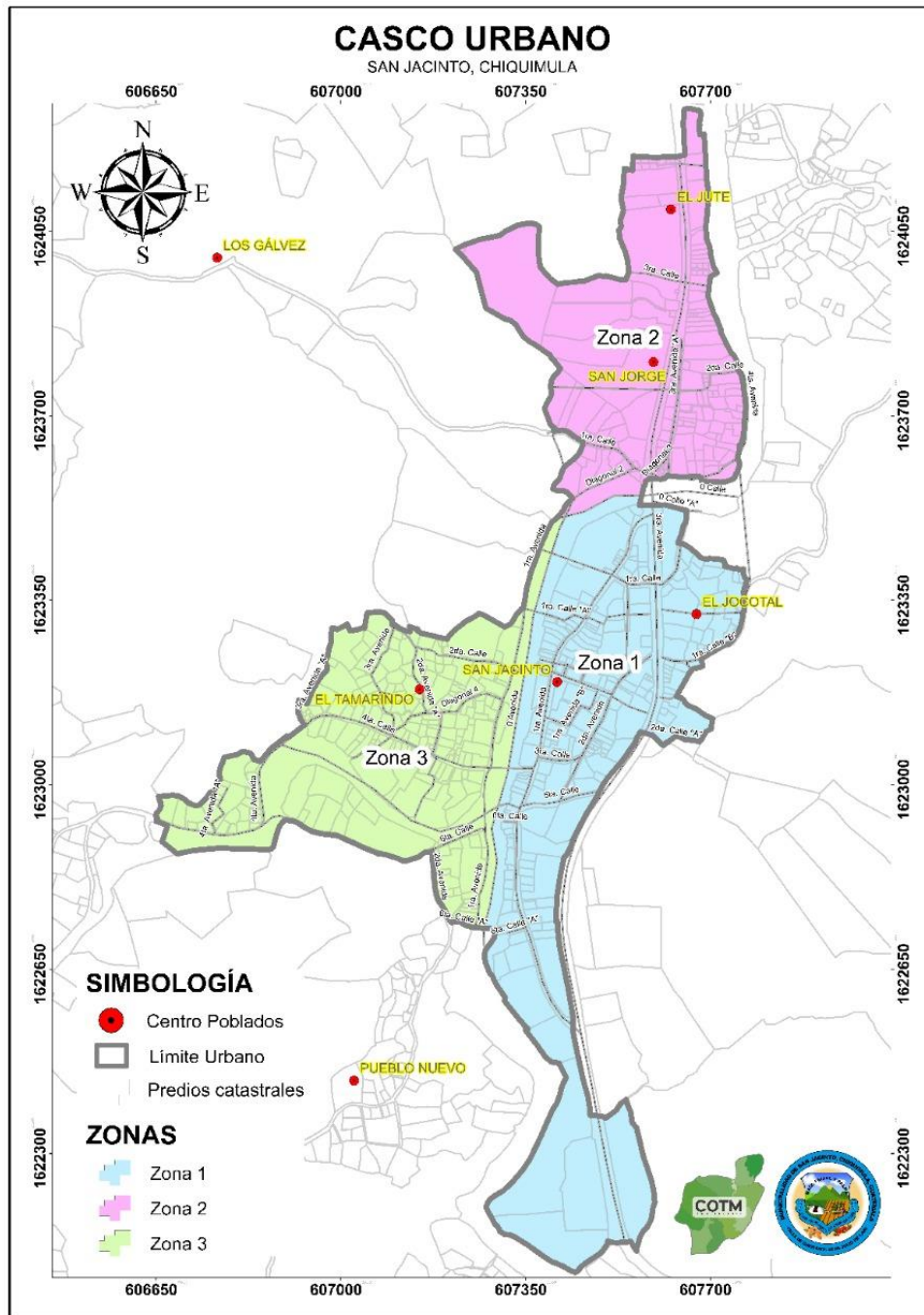
ANEXOS

Anexo 1. Ubicación del basurero municipal



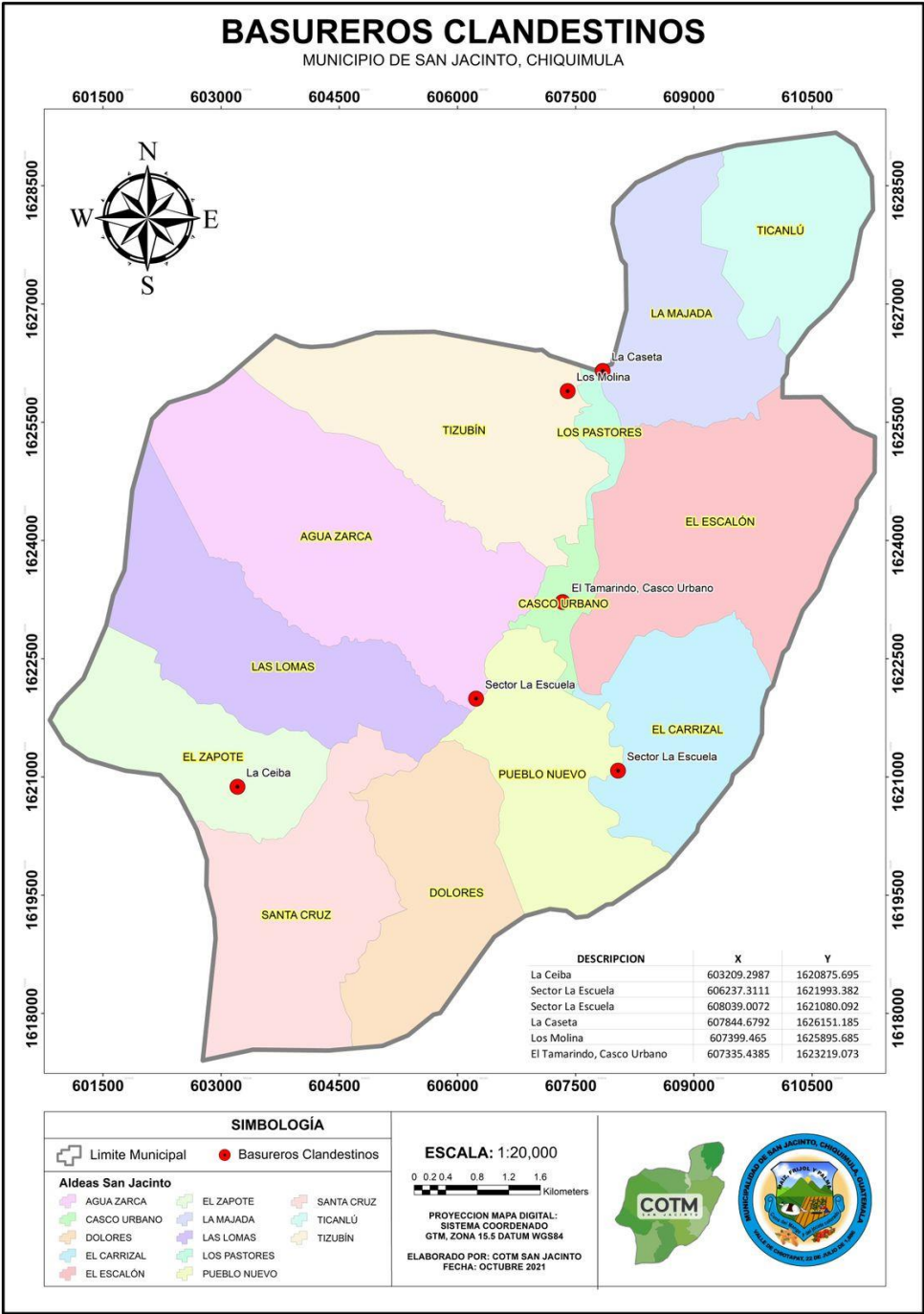
Fuente: Municipalidad de San Jacinto. *Oficina de ordenamiento territorial*. p. 36.

Anexo 2. Casco urbano



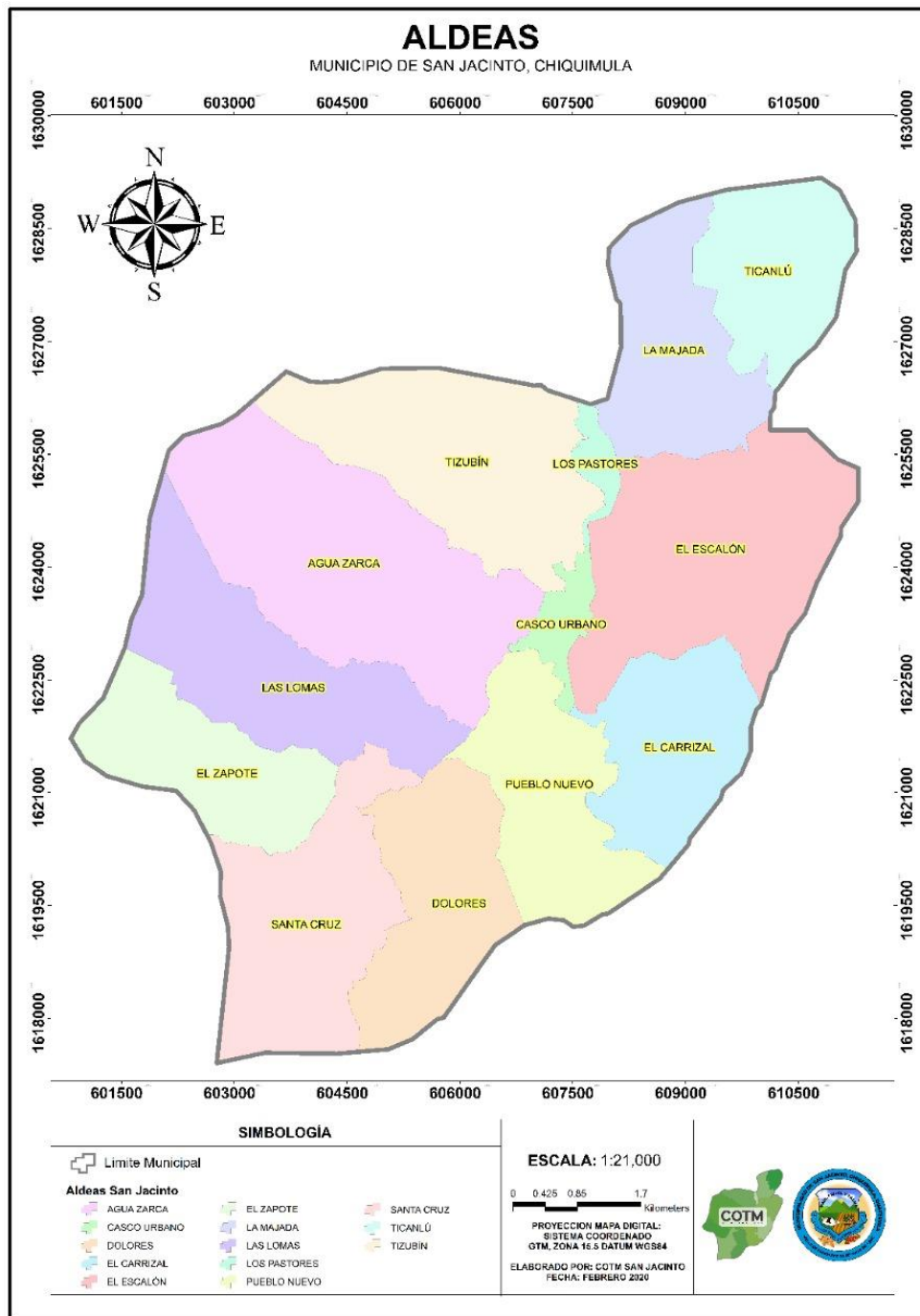
Fuente: Municipalidad de San Jacinto. *Oficina de ordenamiento territorial*. p. 37.

Anexo 3. Basureros clandestinos



Fuente: Municipalidad de San Jacinto. Oficina de ordenamiento territorial. p. 38.

Anexo 4. Aldeas



Fuente: Municipalidad de San Jacinto. *Oficina de ordenamiento territorial*. p. 39.