

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS
DOMICILIARIOS EN LA LOCALIDAD DE JUAN
SABINES GUTIÉRREZ EN EL MUNICIPIO DE LA
TRINITARIA, CHIAPAS, MÉXICO

Presentan

- **Alfredo Alfaro de Arcia**
- **Arturo de Jesús Medina Santis**

DIRECTOR:

MTRO. JOSÉ MANUEL GÓMEZ RAMOS



Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Marzo de 2019

Contenido	
Resumen	5
Introducción.....	7
I. Planteamiento del problema	9
1.1. Justificación	10
II. Objetivos	11
2.1 Objetivo general	11
2.2 Objetivo Específicos.....	11
3.1. Marco Legal	12
3.1.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.....	12
3.1.2. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	12
3.1.3. Ley General para la Prevención Integral de los Residuos Sólidos	14
3.1.4. Normas Mexicanas	14
3.2. Marco conceptual.....	14
3.2.1 Residuos.....	14
3.2.2Clasificación de residuos de acuerdo a la LGPGIR	15
3.3. Orígenes de los residuos sólidos	16
3.4. Tipos de residuos sólidos.....	16
3.5. Propiedades de los residuos	18
3.5.1. Propiedades físicas de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU).....	18
3.5.2. Propiedades químicas de los RSU	23
3.5.3. Propiedades biológicas de los RSU.....	24
3.6. Ubicación del sitio	25
3.6.1. Recursos naturales.....	26
IV. Metodología.....	28
4.1. Actividades previas al muestreo.....	28
4.2. Labor de convencimiento	28
4.3 Descacharramiento	29
4.4. Selección del tamaño de la muestra y aleatoriedad.....	30
4.4 Método del cuarteo	30
4.3 Método de peso volumétrico in situ.....	32

4.5. Cuantificación de subproductos	34
4.6. Obtención de generación per-cápita de los residuos sólidos domiciliarios .	36
4.7. Representatividad y validación de los datos	36
4.8 Cálculos de los parámetros.....	36
V. Plan de manejo	37
5.1 Legislación	37
5.2 Etapas del plan de manejo.....	38
5.3 Análisis de alternativas	40
5.4. Recolección.....	42
VI. Resultados y análisis.....	43
6.1 Generación de Residuos Sólidos domiciliarios	43
6.2 Composición de las fracciones principales de los RSD	45
6.3 Peso volumétrico.....	46
6.4 Ubicación del sitio de disposición final	47
VII. Conclusiones y recomendaciones	49
ANEXO 1 PLAN DE MANEJO.....	53
5.1 Legislación	53
5.2 Etapas del plan de manejo.....	54
5.3 Análisis de alternativas	56
5.4. Recolección.....	58
VI. Resultados y análisis.....	59
6.1 Generación de Residuos Sólidos domiciliarios	59
6.2 Composición de las fracciones principales de los RSD	61
6.3 Peso volumétrico.....	62
6.4 Ubicación del sitio de disposición final	64
VII. Conclusiones y recomendaciones	65

<i>Imagen 1 Localización del municipio La Trinitaria, Chiapas</i>	26
<i>Imagen 2 Labor de convencimiento</i>	29
<i>Imagen 3 residuos para el descacharramiento</i>	30
<i>Imagen 4 Residuos sólidos homogenizados</i>	31
<i>Imagen 5 Método de cuarteo</i>	32
<i>Imagen 6 Llenado del recipiente con los residuos</i>	33
<i>Imagen 7 Pesado del recipiente</i>	34
<i>Imagen 8 Clasificación de los subproductos</i>	35
<i>Imagen 9 Etapas del plan de manejo</i>	38
<i>Imagen 10 Almacén temporal</i>	41
<i>Imagen 11 Ruta de recolección</i>	43
<i>Imagen 12 Localización óptima para SDF</i>	48

Resumen

Los residuos sólidos urbanos son los generados en las casas-habitación, resultado de eliminar materiales utilizados en actividades domésticas de los productos que consumen y de sus empaques, envases y embalajes. Dependiendo de la fuente genérica del origen del residuo y de su fuente específica, los residuos sólidos urbanos se clasifican en domiciliarios, institucionales, áreas y vías públicas y en comercial y de servicios

En la localidad de Juan Sabinés Gutiérrez del municipio de La Trinitaria del estado de Chiapas, se realizó un estudio de caracterización y generación de Residuos Sólidos Domiciliarios, de acuerdo a las normas mexicanas establecidas: **NMX-AA-61-1985**, **NMX-AA-15-1985**, **NMX-AA-22-1985**, **NMX-AA-19-1985**. El estudio permitirá contar con información básica y fundamental para formular una clasificación básica y general de los residuos que permita proponer un plan de residuos sólidos dependiendo de los resultados obtenidos para darles un mejor manejo a estos.

Por lo tanto, es importante efectuar la caracterización de residuos sólidos domiciliarios, para conocer el tipo de tratamiento correspondiente a cada tipo de residuo generado ya que dicha localidad no cuenta con un sitio de disposición final adecuado donde existe una proliferación de malos olores, deterioro de paisaje, contaminación de suelo y esto afecta la salud de los habitantes.

Palabras clave: Residuos Sólidos, Caracterización, Generación, La Trinitaria

Abstract

The urban solid waste is generated in the houses, the result of the materials used in the domestic activities of the products they consume and their packaging, containers and packaging. Depending on the generic source of the origin of the waste and its specific source, urban solid waste is classified as domiciliary, institutional, areas and public roads and in commercial and services

In the town of Juan Sabines Gutiérrez of the municipality of La Trinitaria in the state of Chiapas, a study of characterization and generation of household solid waste was registered, in accordance with established Mexican standards: NMX-AA-61-1985, NMX-AA-15-1985, NMX-AA-22-1985, NMX-AA-19-1985. The study was annotated with basic and fundamental information to formulate a basic and general classification of waste that allows proposing a solid waste plan of the results obtained to make a better management of these.

Therefore, it is important to perform the characterization of household waste, to know the type of treatment and a type of waste generated that no longer has an account with a proper end site where there is a proliferation of bad odors, deterioration of landscape, soil pollution and this affects the health of the habitants.

Key words: Solid Waste, Characterization, Generation, La Trinitaria

Introducción

En las últimas décadas se ha observado un incremento en la generación de residuos sólidos en México, esto debido a factores como el crecimiento poblacional, el desarrollo urbano, cambios en los hábitos de consumo y las actividades productivas entre otros. Las alteraciones al ambiente provocadas por la cantidad de residuos generados en las grandes ciudades, traen como consecuencia diversos cambios que afectan el nivel de vida de determinadas zonas y desencadenan efectos que pueden resultar perniciosas para la salud humana y el ambiente (Colomer, 2007)

Los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) son los generados en las casas-habitación, resultado de la eliminación de los materiales que utilizan en actividades domésticas de los productos que consumen de sus empaques, envases y embalajes, los sólidos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimiento o en vía pública que genere residuos con características domiciliarias y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos. Dependiendo de la fuente genérica del origen del residuo y de su fuente específica, los residuos sólidos urbanos se clasifican en domiciliarios, institucionales, áreas y vías públicas y en comercial y de servicios.

La generación y caracterización de los residuos sólidos urbanos, son parámetros muy importantes para la toma de decisiones en lo que se refiere a proyección y diseño de los sistemas de manejo, disposición final de los desechos sólidos y al mismo tiempo para identificar las alternativas tecnológicas apropiadas para el tratamiento dependiendo del tipo de residuos, por ello se debe poner especial atención a estos parámetros, desde la selección de la muestra hasta su análisis estadístico (Esquinca Cano, Escobar Villagrán, Hernández López, & Villalobos Maldonado, 2014).

Los planes de manejo son instrumentos que tienen como objetivo minimizar la generación y maximizar la valoración de residuos sólidos urbanos, residuos de

manejo especial y residuos peligrosos específicos, bajo criterios de eficiencia ambiental tecnológica, económica y social, con fundamento en el diagnóstico básico de la gestión integral de residuos (SEMARNAT, 2017)

I. Planteamiento del problema

Con un crecimiento demográfico que no se detiene es necesario buscar alternativas para el manejo de los residuos sólidos domiciliarios (RSD) y para lograr esto es necesaria una caracterización de estos.

Guzmán, Mauricio y Macías (2012) señalan que *“ Vivir en el mundo contemporáneo implica producir basura. Los hábitos culturales de consumo están en constante transformación y, por lo tanto, resulta difícil percatarnos del tiempo o velocidad con la cual nos deshacemos de lo que, simplemente, ya no nos sirve, nos estorba, ya no utilizamos o se ha tornado obsoleto por efecto de las modas”*.

Actualmente existen un sinnúmero de normas internacionales desarrolladas para regular asuntos tan delicados como la emisión de gases a la atmósfera y/o residuos líquidos a ríos y mares, normas que en general tratan el tema de una producción más limpia. Pero ¿qué pasa con los RSD? (Pablo & Aguilera, n.d.)

Los RSD producidos por el consumo de la población son principalmente restos de comida, papel, cartón, plásticos, metales, vidrios entre otros y el reciclaje de estos posee características especiales según el tipo de material del que se trate

En México se han realizado estudios de generación y composición de residuos sólidos domésticos (RSD), sin embargo, no han sido específicos para localidades urbanas pequeñas. Para realizar una gestión adecuada de RSD, que permita a los municipios desarrollar una planeación estratégica(SALAS, 2013)

Uno de los problemas más caracterizados en el estado es la generación de residuos sólidos,la mayoría de los municipios no cuenta con ningún tipo de relleno sanitario teniendo como un problema ambiental los tiraderos a cielo abierto, como consecuencia de esto:se genera la contaminación del suelo, agua y aire,

En la localidad de Juan Sabines Gutiérrez del municipio La Trinitaria Chiapas presenta la problemática con la recolección, las personas tiran sus residuos en un

basurero a cielo abierto que tiene la colonia, en su mayoría la gente acostumbra a quemarlo en el patio de los hogares. Teniendo en cuenta la problemática que no existe ningún tipo de recolección y manejo de residuos sólidos.

1.1. Justificación

La razón para llevar a cabo este trabajo de investigación radica en evaluar los daños generados al medio ambiente y medio socioeconómico, por la disposición final de los residuos sólidos domiciliarios en el basurero a cielo abierto de la colonia Juan Sabines Gutiérrez del municipio de La Trinitaria.

Las disposiciones finales de la mayoría de los residuos sólidos en los municipios del estado de Chiapas son depositadas a cielo abierto teniendo como consecuencia, ser foco de reproducción de fauna nociva, causa de malos olores y la contaminación que no solo afecta al aire, suelo y agua sino también a la sociedad repercutiendo en la salud del ser humano a los más vulnerables.

Como menciona Nadal (2007), la contaminación de los suelos a diferencia del aire y el agua, puede ser un proceso irreversible, que a su vez causa contaminación en el entorno e indirectamente facilita la introducción de tóxicos en la cadena alimentaría repercutiendo a la salud en la población.

La importancia de realizar el estudio de caracterización de los residuos sólidos domiciliarios (RSD) “Es prioritaria en México para optimizar el manejo de la basura, logrando un decremento de los RSU en rellenos sanitarios y vertederos de basura, aprovechando al máximo el segundo ciclo de vida”(Rivera, Montiel, & Pérez, 2012).

II. Objetivos

2.1 Objetivo general

Generar un plan de manejo de los residuos sólidos domiciliarios generados en la colonia Juan Sabines Gutiérrez del municipio de La Trinitaria, Chiapas.

2.2 Objetivo Específicos

- Realizar una caracterización de los residuos sólidos domiciliarios de la localidad Juan Sabines.
- Seleccionar la ruta apropiada de recolección.
- Ubicar los puntos de recolección.
- Seleccionar los residuos para su reutilización.
- Localizar el sitio de disposición final.

III. Marco teórico

3.1. Marco Legal

3.1.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

En el artículo 115 establece que los estados adoptarán, para su régimen interior, la forma de gobierno republicano, representativo, popular, teniendo como base de su división territorial y de su organización política y administrativa el municipio libre, tendrán a su cargo las funciones y servicios públicos siguientes:

- Limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos:
- Mercados y centrales de abasto.
- Panteones
- Calles, parques y jardines y su equipamiento.

3.1.2. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

Residuo: Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó; (Fracción XXII, artículo 3° LGEEPA, 2016)

Artículo 7°, fracción VI: La regulación de los sistemas de recolección, transporte, almacenamiento, manejo y tratamiento y disposición final de los residuos sólidos e industriales que no estén considerados como peligrosos de conformidad dispuesto por el artículo 137 de la presente ley

Artículo 8°: Corresponden a los municipios, de conformidad con lo dispuesto en esta ley y las leyes locales en la materia, las siguientes facultades

IV.- La aplicación de las disposiciones jurídicas relativas a la prevención y control de los efectos sobre el ambiente ocasionados por la generación, transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos e industriales que no estén considerados como peligrosos, de conformidad con lo dispuesto por el artículo 137 de la presente ley.

Artículo 134°: Para la prevención y control de la contaminación se considerarán los siguientes criterios:

- I. Corresponde al estado y la sociedad prevenir la contaminación del suelo;
- II. Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos;
- III. Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su rehúso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes;

Artículo 137°: Queda sujeto a la autorización de los municipios o del Distrito Federal, conforme a sus leyes locales en la materia y a las normas oficiales mexicanas que resulten aplicables, el funcionamiento de los sistemas de recolección, almacenamiento, transporte, alojamiento, rehúso, tratamiento y disposición de los residuos sólidos municipales.

Artículo 138°: La secretaría promoverá la celebración de acuerdos a la coordinación y asesoría con los gobiernos estatales y municipales para:

- I. La implantación y mejoramiento de sistemas de recolección tratamiento y disposición final de residuos sólidos municipales; y
- II. La identificación de alternativas de reutilización y disposición final de residuos sólidos municipales, incluyendo la elaboración de inventarios de los mismos y sus fuentes generadoras.

Artículo 140°: La generación, manejo y disposición final de los residuos de lenta degradación deberá sujetarse a lo que se establezca en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la secretaría, en coordinación con la secretaria de comercio y Fomento Industrial.

3.1.3. Ley General para la Prevención Integral de los Residuos Sólidos

De acuerdo a la Ley General para la Prevención Integral de los Residuos Sólidos (LGPGIR, 2015) define a los residuos como “Cualquier material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido; en fase líquida e inclusive en estado gaseoso, almacenado en recipientes o depósitos, que puede ser susceptible de ser valorizado y requiera a sujetarse a un tratamiento o disposición final conforme a lo dispuesto en esta Ley y demás ordenamientos que de ella deriven.”

3.1.4. Normas Mexicanas

NMX-AA-015-1985.- Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos Municipales- Muestreo- Método de Cuarteo.

NMX-AA-019-1985- Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos Municipales-Peso Volumétrico In Situ

NMX-AA-022-1985.- Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos Municipales-Selección y Cuantificación de Subproductos.

NMX-AA-61-1985- Protección al Ambiente- Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos Municipales- Determinación de La Generación.

3.2. Marco conceptual

3.2.1 Residuos

De acuerdo a la Ley General Para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) define a los residuos como “material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final conforme a lo dispuesto en esta ley y demás ordenamientos que de ella deriven” (fracción XXIX, artículo 5 LGPGIR,2015).

3.2.2 Clasificación de residuos de acuerdo a la LGPGIR

- Residuos de manejo especial

Son aquellos generados en los procesos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos; o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos (fracción XXX, artículo 5 LGPGIR,2015).

- Residuos incompatibles

Aquellos que al entrar en contacto o al ser mezclados con agua u otros materiales o residuos, reaccionan produciendo calor, presión, fuego, partículas, gases o vapores dañinos (fracción XXXI, artículo 5 LGPGIR,2015).

- Residuos peligrosos

Son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfiera a otro sitio, de conformidad con lo que se establece la ley (fracción XXXII, artículo 5 LGPGIR,2015).

- Residuos urbanos

Los generados en casa habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta ley como residuos de otra índole (fracción XXXIII, artículo 5 LGPGIR,2015).

3.3. Orígenes de los residuos sólidos

El conocimiento de los orígenes y los tipos de residuos sólidos, así como los datos sobre la composición y las tasas de generación, es básico para el diseño y la operación de los elementos funcionales asociados con la gestión de residuos sólidos.

Los orígenes de los residuos sólidos en una comunidad están, en general, relacionados con el uso de suelo y su localización. Aun que pueden desarrollarse un número variable de clasificaciones sobre los orígenes, las siguientes categorías son útiles: doméstico, comercial, institucional, construcción y demolición, servicios municipales, zonas de planta de tratamiento, industrial, agrícolas.

3.4. Tipos de residuos sólidos

- Doméstico y comercial

Consiste en residuos sólidos orgánicos (combustibles) e inorgánicos (incombustibles) de zonas residenciales y de establecimiento comerciales, lo orgánico está formada por:

- Residuos de comida
- Papel de todo tipo
- Cartón
- Plásticos de todo tipo
- Madera
- Textiles
- Goma
- Cuero
- Residuos de jardín

La materia inorgánica está formada por:

- Artículos como vidrio
- Cerámica
- Latas
- Aluminio
- Metales férreos
- Suciedad

Los residuos de especiales de esta clasificación incluyen artículos voluminosos, electrodomésticos de consumo, productos de línea blanca residuos de jardín que son recogidos por separado, batería, aceite y neumáticos.

- Institucionales

Son los residuos sólidos que incluyen centros gubernamentales, escuelas, cárceles y hospitales. Excluyendo los residuos de fabricación de las cárceles y residuos sanitarios de los hospitales.

- Construcción y demolición

Es clasificado como residuo de construcción la remodelación, y arreglos de vivienda individuales, edificios comerciales y otras estructuras y los de demolición incluyen piedras, hormigón, ladrillos, escayola, maderas, grava, piezas de fontanería, calefacción y electricidad.

- Servicios municipales

Son residuos de la comunidad, que derivan de la operación y mantenimiento de las instalaciones municipales y de la provisión de otros servicios municipales, incluyen barraduras de la calle, basuras en la calle, residuos de los cubos de basura municipales recortes de servicio de jardín, animales muertos y automóviles abandonados entre otros.

- Residuos de planta de tratamiento y otros residuos

Los residuos sólidos y semi-sólidos de agua, aguas sucias e instalaciones de tratamiento de residuos industriales son llamados residuos de plantas de tratamiento. De momento su recogida no corre a cargo de la mayoría de las agencias municipales responsables de la gestión de residuos sólidos. Sin embargo, los fangos de plantas de tratamiento de aguas sucias con frecuencia son evacuados junto con los residuos sólidos urbanos (RSU) en sus vertederos municipales.

- Residuos agrícolas

Estos residuos se obtienen de diferentes actividades agrícolas tales como plantar y cosechar cultivos en hielera, de campo, de árbol y de vid; de la producción de leche, la crianza de animales por el matadero, y la operación de ganadería intensiva, colectivamente se llama residuos agrícolas. De momento la evacuación de estos residuos no es responsabilidad de la mayoría de las agencias de gestión de residuos sólidos municipales y de condado. Sin embargo, en muchas zonas de evacuación de estiércol animal se va convirtiendo en un problema crítico, especialmente en la ganadería intensiva y centros lecheros.

3.5. Propiedades de los residuos

3.5.1. Propiedades físicas de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU)

Las propiedades físicas más importantes son:

- Peso específico
- Capacidad de campo

- Densidad y nivel de humedad
- Distribución del tamaño de las partículas

3.5.1.1. Peso específico

El peso específico se define como el peso de un material por unidad de volumen (Kg/m^3). Como el peso específico de los RSU frecuentemente se refiere a residuos sueltos, encontrados en los contenedores, no compactados, etc., la base utilizada para los valores presentados siempre debe ser citada. (Tchobanoglous, Theisen, & Vigil, 1994)

Los datos sobre el peso específico a menudo son necesarios para valorar la masa y el volumen total de los residuos que tienen que ser gestionados. (Tchobanoglous, Theisen, & Vigil, 1994)

Tabla 1 Datos típicos sobre peso específico y contenido en humedad para residuos domésticos,

Tipos de residuos	Peso específico, kg/m^3		Contenido en humedad, porcentaje en peso	
	Rango	Típico	Rango	Típico
Domésticos (no compactados)				
Residuos de comida (mezclados)	Residuos de comida (mezclados)	291	50-80	70
Papel	Papel	89	4-10	6
Cartón	Cartón	50	4-8	5
Plásticos	Plásticos	65	1-4	2
Textiles	Textiles	65	6-15	10
Goma	Goma	131	1-4	2
Cuero	Cuero	160	8-12	10
Residuos de jardín	Residuos de jardín	101	30-80	60
Madera	Madera	237	15-40	20
Vidrio	Vidrio	196	1-4	2
Latas de hojalata	Latas de hojalata	89	2-4	3

Aluminio	Aluminio	160	2-4	2
Otros metales	Otros metales	320	2-4	3
Suciedad, cenizas, etc.	Suciedad, cenizas, etc.	481	6-12	8
Cenizas	Cenizas	745	6-12	6
Basuras	Basuras	131	5-20	15
Residuos de jardín domésticos				
Hojas (sueltas y secas)	30-148	59	20-40	30
hierba verde (suelta y húmeda)	208-297	237	40-80	60
Hierba verde (húmeda y compactada)	593-831	593	50-90	80
Residuos de jardín (triturados)	267-356	297	20-70	50
Residuos de jardín (compostados)	267-386	326	40-60	20
Urbanos				
En camión compactador	178-451	297	15-40	20
En vertedero				
Medianamente compactados	362-498	451	15-40	25
Bien compactados	590-742	600	15-40	25
Comerciales				
Residuos de comida (húmedos)	475-950	540	50-80	70
Aparatos	148-202	181	0-2	1
Cajas de madera	110-160	110	10-30	20
Podas de árboles	101-181	148	20-80	5
Basura (combustible)	50-181	119	10-30	15
Basura (no combustible)	181-362	300	5-15	10
Basura (mezclada)	139-181	160	10-25	15
Construcción y demolición				
Demolición mezclados (no combustible)	1.000-1.600	1.421	2-10	4
Demolición mezclados (combustible)	300-400	360	4-15	8
Construcción mezclados	181-360	261	4-15	8

(combustible)				
Hormigón roto	1.198-1.800	1.540	0-5	-
Industriales				
Fangos químicos (húmedos)	801-1.101	1.000	75-99	80
Cenizas volantes	700-900	800	2-10	4
Restos de cuero	100-250	160	6-15	10
Chatarra metálica (pesada)	1.501-2.000	1.780	0-5	-
Chatarra metálica (ligera)	498-900	740	0-5	-
Chatarra metálica (mezclada)	700-1.500	900	0-5	-
Aceites, alquitranes, asfaltos	801-1.000	950	0-5	2
Serrín	101-350	291	10-40	20
Residuos textiles	101-220	181	6-15	10
Madera (mezclada)	400-676	498	30-60	25
Agrícolas				
Agrícolas (mezclados)	400-751	561	40-80	50
Animales muertos	202-498	359	-	-
Residuos de frutas (mezclados)	249-751	359	60-90	75
Estiércol (húmedo)	899-1.050	1.000	75-96	94
Residuos de vegetales (mezclados)	202-700	359	60-90	75

Fuente: (Tchobanoglous, Theisen, & Vigil, 1994)

Los pesos específicos de los residuos sólidos varían con la localización geográfica, la estación del año y el tiempo de almacenamiento. (Tchobanoglous, Theisen, & Vigil, 1994)

3.5.1.2. Capacidad de campo

La capacidad de campo es el porcentaje máximo de humedad volumétrica del suelo que una muestra de terreno es capaz de retener libremente en contra de la gravedad. (Kiely, 1999)

La capacidad de campo de los residuos es de una importancia crítica para determinar la formación de la lixiviación en los vertederos. La capacidad de campo varía con el grado de presión aplicada y el estado de descomposición del residuo (Tchobanoglous, Theisen, & Vigil, 1994)

3.5.1.3. Densidad y nivel de humedad

El contenido de humedad de los residuos sólidos normalmente se expresa de dos formas. En el método de medición peso-húmedo, la humedad de una muestra se expresa como un porcentaje del peso del material húmedo; en el método peso-seco, se expresa como un porcentaje del peso seco del material. (Tchobanoglous, Theisen, & Vigil, 1994)

La densidad de los residuos sólidos varía con su composición, el nivel de humedad y el grado de compactación (Kiely, 1999)

Tabla 2 Densidad y el nivel de humedad de los residuos sólidos municipales

Origen del residuo	Componente del residuo	Densidad (Kg/m ³)	Nivel de humedad (% en peso)
Doméstico	Alimentos	290	70
	Papel y cartón	70	5
	Plásticos	60	2
	Vidrio	200	2
	Metales	200	2
	Ropas/Telas	60	10
	Cenizas, polvo	500	8
Municipales			
No compactados		100	20
En camión compactador		300	20
Compactación normal en vertedero		500	25
Bien compactados en vertedero		600	25

Fuente (Tchobanoglous, Theisen, & Vigil, 1994)

3.5.1.4. Distribución del tamaño de partículas

La distribución del tamaño de partículas, al igual que el porcentaje de combustibles, es importante para los métodos de incineración y transformación

biológicos. El tamaño también es importante para el reciclaje y la reutilización y para el dimensionado de equipos para ulteriores tratamientos. (Kiely, 1999)

Como hay diferencias significativas entre las diversas medidas de tamaño, se deben hacer mediciones individuales para los residuos en cuestión, utilizando una medición de tamaño que proporcionará la información necesaria para una aplicación específica(Tchobanoglous, Theisen, & Vigil, 1994)

3.5.2. Propiedades químicas de los RSU

La información sobre la composición química de los componentes que conforman los RSU es importante para evaluar las opciones de procesamiento y recuperación (Tchobanoglous, Theisen, & Vigil, 1994)

Tradicionalmente, se tiraba al vertedero todo el RSU de este modo no era necesario evaluar las propiedades del mismo, y menos aún las químicas. Si los residuos sólidos van a utilizarse como combustible las cuatro propiedades más importantes que es preciso conocer son:

- Análisis físico
- Punto de fusión de las cenizas
- Análisis elemental
- Contenido energético

3.5.2.1. Análisis físico

Incluye los siguientes ensayos:

- Humedad (Pérdida cuando se calienta a 105°C durante una hora)
- Materia volátil combustible (Pérdida de peso adicional con la ignición a 950°C en un crisol cubierto)
- Carbono fijo
- Ceniza

3.5.2.2. Punto de fusión de la ceniza

El punto de fusión de la ceniza se define como la temperatura en la que la ceniza resultante de la incineración de residuos se transforma en sólido por la fusión y la aglomeración

3.5.2.3. Análisis elemental de los componentes de residuos sólidos

El análisis elemental de los componentes de residuos sólidos normalmente implica la determinación del porcentaje de C, H, O, N, S y ceniza. Debido a la preocupación acerca de la emisión de compuestos clorados durante la combustión.

3.5.2.4. Contenido energético de los componentes de los residuos sólidos

El contenido energético de los componentes se puede determinar de la siguiente manera:

1. Utilizando una caldera a escala real como calorímetro
2. Utilizando una bomba calorimétrica de laboratorio
3. Por cálculo, si se conoce la composición elemental

3.5.3. Propiedades biológicas de los RSU

Las propiedades biológicas son importantes para la tecnología de la digestión aerobia/anaerobia en la transformación de residuos en energía y en productos finales beneficiosos. (Kiely, 1999)

Algunos componentes orgánicos de RSU no son deseables en la conversión biológica, esto es: plásticos, gomas, pieles y madera. Los fragmentos importantes

en la transformación, biológica son las grasas, las proteínas, la lignina. (Kiely, 1999)

La característica biológica más importante de la fracción orgánica de los RSU es que casi todos los componentes orgánicos pueden ser convertidos biológicamente en gases y sólidos orgánicos e inorgánicos relativamente inertes (Tchobanoglous, Theisen, & Vigil, 1994)

El grado de biodegradabilidad de la fracción alimenticia de los RSU viene proporcionado por

$$BF = 0.83 - 0.028 LC$$

Donde BF= Fracción biodegradable expresada en base a sólidos volátiles (SV) LC= Contenido de lignina de los VS, % en peso seco.

La siguiente tabla muestra el grado de biodegradabilidad de varios componentes de RSU. Como se puede observar, algunos componentes, como el papel de prensa y cartón, tiene un alto contenido de lignina pero un grado de biodegradabilidad muy bajo.

Tabla 3 Biodegradabilidad de los componentes de RSU

Componente	SV como % de SVT	LC como % SV	BF
Residuos alimenticios	7-15	.4	.82
Papel de prensa	94	21.9	.22
Papel de oficina	96	.4	.82
Cartón	94	12.9	.47
Residuos de jardín	50-90	4.1	.72

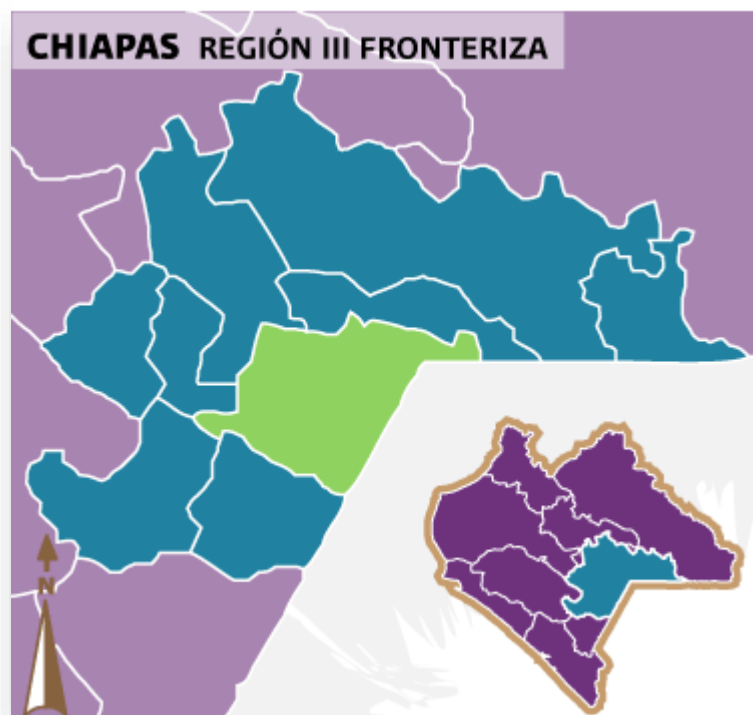
Fuente: (Tchobanoglous, Theisen, & Vigil, 1994)

3.6. Ubicación del sitio

La zona de estudio se encuentra en el municipio de La trinitaria, ubicada en los límites del altiplano central y de la depresión central, siendo montañosa aproximadamente la mitad de su terreno, sus coordenadas geográficas son 16°08' de latitud norte y 92°03' longitud oeste. Limita el norte con el municipio de La

Independencia, al sur con Frontera Comalapa y Chicomuselo al oriente con la República de Guatemala y al poniente con los municipios de Tzimol y Comitán. Su extensión territorial es de 1,607.22 km² que representa el 14.39% de la superficie de la región Fronteriza y el 2.43% de la superficie estatal, su altitud es de 1,540 msnm, cuenta con un clima predominante semicálido subhúmedo con lluvias en verano. (INEGI, 2010)

Imagen 1 Localización del municipio La Trinitaria, Chiapas



Fuente:(INEGI,2010)

3.6.1. Recursos naturales

Chiapas posee una gran variedad de recursos naturales, desafortunadamente su explotación irracional ha devastado extensas áreas de bosques y selvas provocando la pérdida de especies de flora y fauna silvestre. En la siguiente tabla se describe el área natural de Lagunas de Montebello.

Tabla 4 áreas naturales

Área Natural	Localización	Superficie (Has.)	Principales características .
Lagunas de Montebello	Se localiza en la zona fronteriza, en los Municipios de La Independencia y La Trinitaria, en la región fisiográfica de los Altos de Chiapas. Sus coordenadas extremas son: 16°04'3CT y 16°09"45" latitud Norte y 91 °33'04" y 91 «43'00" de longitud Oeste).	6 022.00	Está formada por 63 lagos de distintos tamaños y colores, formando parte de la llamada Cuenca Endorreica de Comitán: destacan por su belleza Tzisco. Montebello. Poioi, Bosque Azul, San Lorenzo, La Esmeralda. Ensueño v San José. Comprende parte de la Zona Arqueológica Maya Chincultic y las Cavernas del Vientre de Dios. La vegetación predominante consiste en bosques mixtos de pino, pino-encino y pino-encino-liquidámbar; existe una importante abundancia de orquídeas y fauna silvestre: Administración a cargo del CONANP.

Fuente: Instituto de Historia Natural. Departamento de Información para la Conservación.

IV. Metodología

4.1. Actividades previas al muestreo

Se realizó una visita a los pobladores del ejido con la finalidad de presentar el objetivo del estudio y explicar la importancia de la participación de los días posteriores que se realizaron de la recolección de residuos, posteriormente se recorrió la zona de estudios y la selección de las viviendas a monitorear la generación de residuos generados en sus hogares en un lapso de tiempo de 24 horas en un periodo de seis a siete días.

4.2. Labor de convencimiento

La actividad siguiente fue labor de convencimiento, lo cual fue una visita a la vivienda de las casas seleccionadas para la recolección diaria de residuos durante siete días e invitándole a cada persona, a contribuir en el estudio.

Quienes aceptaron a la participación se les solicito realizar una limpieza de sus hogares para deshacerse de todos los residuos que estuvieran almacenados y acumulados (descacharramiento), con la finalidad de no alterar la generación de los residuos durante los días de muestreo.

Se le proporciono dos bolsas, una especial para papel higiénico y otra para residuos en general por cada casa, posteriormente se etiqueta en cada una de las viviendas como medio de identificación, al mismo tiempo una encuesta con el objetivo de obtener datos básicos sobre: número de habitantes, edad, estilo de vida, disponibilidad de residuos para obtener ingresos económicos.

Imagen 2 Labor de convencimiento



Fuente: Generación propia

4.3 Descacharramiento

A las personas que decidieron apoyar se les dio una bolsa de polietileno con la finalidad de que levantaran los residuos que se encontraban dentro de la casa, sanitarios, patio, etc. En general todo lo que tuvieran acumulado y rezagado, al siguiente día se realizó la operación de limpieza (el descacharramiento), esto correspondió a lo generado en un día, por lo consiguiente fue llevado al mismo sitio de disposición final del lugar debido a que estos residuos no fueron tomados en cuenta como muestra de estudio.

Los días siguientes se les entrego en cada vivienda una bolsa para que depositaran en ella los residuos generados y una bolsa más para los residuos de papel higiénico, cada bolsa fue rotulada con el número de casa, número de cuadra y día en el que servirá para la recolección.

Imagen 3 residuos para el descacharramiento



Fuente: Generación propia

4.4. Selección del tamaño de la muestra y aleatoriedad

Con base a la NMX-AA-61-1985, para la localidad de Juan Sabinés Gutiérrez, el tamaño de la muestra se estableció en 30 para un nivel de confianza del 90%. La aleatoriedad se consiguió haciendo un sorteo al azar utilizando el tamaño total de la muestra, hasta completar el universo de la muestra, 30 casas-habitación.

4.4 Método del cuarteo

Pasos a seguir para el método del cuarteo según la NORMA MEXICANA NMX-AA-15-1985, PROTECCIÓN AL AMBIENTE - CONTAMINACIÓN DEL SUELO - RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES - MUESTREO - MÉTODO DE CUARTEO

En la primera etapa se llevó a cabo la determinación cuantitativa de los residuos sólidos generados en la Colonia Juan Sabinés Gutiérrez del municipio de La

Trinitaria, Chiapas. Para realizar el método del cuarteo se necesitaron bolsas de polietileno conteniendo los residuos sólidos

- Para realizar el cuarteo, se toman los residuos sólidos, resultados del muestreo para el estudio de generación.
- El contenido se vació formando un montón o pila sobre un área plana horizontal de 3m por 3m
- El montón de residuos sólidos se traspalea hasta homogeneizarlos, se divide en cuatro partes iguales A, B, C, D y se eliminan las partes opuestas A y C o B y D, repitiendo esta operación hasta dejar un mínimo de 50 kg, para selección de subproductos.

Imagen 4 Residuos sólidos homogenizados



Fuente: Generación Propia

Imagen 5 Método de cuarteo



Fuente: Generación Propia

4.3 Método de peso volumétrico in situ

La importancia de este parámetro radica en que es útil para dimensionar las unidades de recolección de residuos sólidos urbanos, siendo por ende un parámetro importante en la planificación del sistema de almacenamiento, recolección y disposición final.

Esta determinación fue realizada empleando la norma mexicana NMX-AA-19-1985, para la cual se empleó un bote de plástico con un volumen de 80L, se pesó el recipiente vacío tomando este peso con tara del mismo. Los residuos sólidos homogenizados de los sectores A y D del cuarteo fueron colocados en el bote hasta llenarlo, acomodándolos perfectamente dentro del recipiente teniendo cuidado de no presionar los desechos para no alterar los datos de la densidad.

Una vez llenado el recipiente fue levantado 3 veces a una altura de 10 cm y se dejó caer para el acomodo de espacios vacíos procediendo a llenarlo de nuevo a la marca del volumen obtenido, esto de acuerdo a lo sugerido en la norma técnica.

Por último, se obtuvo el peso de los residuos por diferencia entre la tara y el peso del recipiente conteniendo a los residuos sólidos; calculando después el peso volumétrico “In situ”

Imagen 6 Llenado del recipiente con los residuos



Fuente: Generación Propia

Imagen 7 Pesado del recipiente



Fuente: Generación Propia

4.5. Cuantificación de subproductos

De las porciones A y D del cuarteo se obtuvieron aproximadamente 60 Kg de RS, a continuación, se realizó la separación de los subproductos más representativos en el estudio de caracterización, se reutilizaron las bolsas para rotular cada subproducto que se iba encontrando ya que después eran pesadas y se registraban con el fin de determinar que subproducto se generó más en la localidad Juan Sabines.

Imagen 8 Clasificación de los subproductos



Fuente: Generación Propia

Tabla 5 Subproductos generados en la localidad

Residuos de Jardín		Plástico	
Residuos de cocina		PAD	
Vidrio		Madera	
Papel		Tetrapack	
Tela		Hule	
Latas		Pañales	
Cartón		Unicel	

PET		Algodón	
-----	--	---------	--

4.6. Obtención de generación per-cápita de los residuos sólidos domiciliarios

Este parámetro se obtiene con base a la generación promedio de residuos sólidos por habitante, medido en kg/hab-día, a partir de la información obtenida de un muestreo estadístico aleatorio en campo con duración de ocho días.

Para determinar la generación per-cápita se realizó con base a la norma NMX-AA-061-1985 y también apoyándonos en encuestas realizadas a los habitantes para conocer el número de personas por viviendas.

De los datos obtenidos de las casas muestreadas, se obtiene la generación domiciliaria promedio por casa habitación y habitante, a esta generación se agrega el promedio correspondiente de la generación per-cápita de residuos sólidos domiciliarios.

4.7. Representatividad y validación de los datos

Una vez obtenidos los datos se determina la representatividad estadística. Estos datos obtenidos se promediaron para obtener los datos preliminares de la comunidad o estrato.

4.8 Cálculos de los parámetros

El cálculo de los parámetros abarca en primera instancia el análisis de cada una de las situaciones encontradas en la localidad muestreada. Se calculó la generación per-cápita, peso volumétrico y la composición de los residuos generados en la localidad. Estos datos permiten obtener proyecciones, además de un cálculo estimado en cuanto a la producción de residuos de una población a través del

tiempo, también se determina y estima el porcentaje de los residuos potenciales tratables, reciclables, peligrosos, y de disposición final.

V. Plan de manejo

5.1 Legislación

Los planes de manejo requieren de documentación, la cual sirve para dar seguimiento y control, la documentación se maneja en los tres niveles de gobierno, la clasificación se realiza para identificar a quien debe dirigirse para realizar los trámites necesarios y que tramites deben de cumplir según la ley (Gasca, 2012).

Al gobierno federal le compete:

- Formular, conducir y evaluar la política nacional y elaborar el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (PNPGIR).
- Expedir reglamentos y Normas Oficiales Mexicanas (manejo integral de RP, sitios contaminados, identificación de RP, desempeño ambiental de RSU y RME y planes de manejo).
- La regulación y el control de los residuos peligrosos.

A los gobiernos de los Estados les compete:

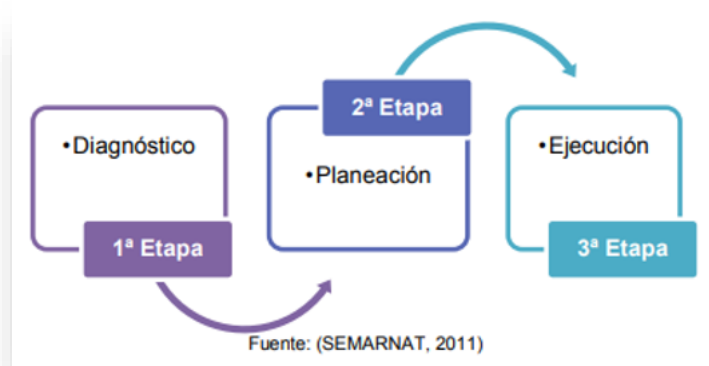
- Elaborar los Programas Estatales de RME.
- Elaborar y publicar leyes y reglamentos para atender los RME.
- Establecer el registro de los Planes de Manejo de RME.
- Autorizar el manejo integral de los RME.
- Autorizar y llevar el control de los RP generados por los micro generadores.

Y a los municipios les compete:

- Elaborar un Programa Municipal para la Prevención y Gestión Integral de RSU.
- Elaborar y publicar reglamentos para regular los RSU.
- Prestar el servicio público para el Manejo Integral de RSU, o concesionarlo a particulares.
- Otorgar autorizaciones y concesiones en el caso de que el manejo integral lo realicen particulares.
- Efectuar el cobro por el pago de servicios de las actividades de manejo integral de RSU.

5.2 Etapas del plan de manejo

Imagen 9 Etapas del plan de manejo



Diagnóstico: Es el resultado de un análisis preliminar y tiene como fin conocer las características de la situación actual, para así poder actuar en consecuencia. Ese análisis preliminar se basa en la observación de lo que se realiza en la actualidad y a partir de este para el plan integral de los residuos sólidos domiciliarios

Planeación: Es la determinación de lo que se hará en un futuro, incluye decisiones de importancia, como: el establecimiento de políticas, objetivos, redacción de programas, definición de métodos específicos, procedimientos y el establecimiento de los equipos de trabajo. La planeación es proyectar un futuro deseado y los medios efectivos para conseguirlo (FI, 2012). Para desarrollar la planeación del plan de manejo integral deben considerarse los siguientes puntos (SEMARNAT, 2011)

1. La adopción de medidas para la minimización, reutilización, reciclaje, aprovechamiento térmico, tratamiento, recolección, transporte y disposición final.
2. Prever la infraestructura necesaria para el manejo ambiental adecuado.
3. Promover la cultura y educación ambiental, capacitación y participación activa.
4. Establecer la responsabilidad compartida entre los generadores y las empresas de servicios de manejo
5. Promover el desarrollo de mercados de subproductos mediante instrumentos económicos.
6. Fomentar el desarrollo de tecnologías y prácticas que favorezcan minimización, reutilización, reciclaje, aprovechamiento térmico, tratamiento, recolección y transporte antes que la disposición final.
7. Fomentar el uso de materias primas alternas menos contaminantes.
8. Evitar la transferencia de contaminación de un medio a otro, y
9. Garantizar la protección de la salud pública, ecosistemas y demás elementos naturales.

Ejecución, monitoreo y evaluación.

Durante esta etapa se ejecutan las alternativas propuestas en la etapa de planeación, de tal forma que se pueda cuantificar y llevar un control de los indicadores para conocer en un tiempo determinado si los resultados alcanzados son los que se esperaban o si están mejor de lo que se había pronosticado o bien

si se requiere realizar ajustes para enderezar el camino y así alcanzar los objetivos del plan de manejo.

5.3 Análisis de alternativas

La separación de los residuos es necesario para facilitar la etapa de reciclaje, una de las actividades contempladas y asicas es la separación in situ para evitar combinar los residuos.

Para dar solución al manejo adecuado de los residuos que se generan se analizaron las posibles alternativas presentadas por residuos, conforme al que más se genere.

En la tabla 6 se muestran algunas de las alternativas

Tabla 6 Alternativas a los subproductos

<p>RESIDUOS DE COCINA RESIDUOS DE JARDÍN PAÑALES PAPEL CARTÓN</p>	<p>El composteo, el cual consiste en la descomposición biológica de materiales sólidos o semisólidos por los microorganismos, durante un periodo prolongado dando como resultado la degradación del contenido orgánico del material y una reducción importante de su volumen y cuyo producto final se denomina composta(Navarroa, 2013).</p>
<p>PET PLÁSTICO PAD TRETAPAC</p>	<p>Empresa está encargada de recibir los desechos de plásticos PLÁSTICOS LA INDIA BONITA S.A. DE C.V Dirección: Calle Décima Tercera Sur Poniente, Número ext. (ó km.) 3, Cumpatá, Comitán De Domínguez, Chiapas, México, C.P. 30099</p>
<p>LATAS</p>	<p>Este tipo de residuo en el ejido vecino llamado 20 de</p>

	<p>abril, se encuentra una persona que se dedica a comprar este material entre otros, también cada cierto tiempo pasan camiones comprando latas a las puertas de cada vivienda.</p>
MADERA	<p>Se puede reutilizar como combustible para señoras que son ama de casa y acostumbran a cocinar con leña.</p>
UNICEL	<p>Mejora de suelos: Los residuos una vez triturados y molidos se emplean para ser mezclados con la tierra y de esta forma mejorar su drenaje y aireación. También pueden destinarse a la aireación de los residuos orgánicos constituyendo una valiosa ayuda para la elaboración del compost (tipo de abono).</p> <p>Incorporación a otros materiales de construcción: Los residuos tras su molido a diferentes granulometrías, se mezclan con otros materiales de construcción para fabricar ladrillos, block ligeros y porosos, etc. (ANAPE, 2018).</p>

Para poder tener el apoyo de los habitantes se realizó un curso constando de dos días de capacitación, el primer día trató sobre la separación de los residuos con el fin de disminuir el volumen de los residuos que se recolectaran durante dos días de la semana (lunes y jueves) y para tener una mejor administración se colocaron en un almacén temporal de 12m de largo por 7m de ancho.

Imagen 10 Almacén temporal



Fuente: Elaboración propia

Durante el segundo día se platicó sobre la composta y su importancia, se enseñó a realizarla para que cada habitante la implemente en su casa con los residuos orgánicos para que aprovechen para su jardín u hortalizas.

5.4. Recolección

Dos personas serán las encargadas de transportar los residuos, será recolectada con dos caballos con el fin de economizar los gastos, de acuerdo al peso volumétrico que obtuvimos se diseñará de un remolque con capacidad de soportar 1 tonelada, porque el peso total obtenido durante la semana de recolección fue de 597.562kg/m^3 las dimensiones de dicho remolque serán las siguientes 1.5m de ancho, 3m de largo y una altura de 1.6m teniendo un volumen de 7.2 metros cúbicos.

Los puntos de recolección empezaran por el número 1 y terminando con el número 18 con un horario de 7:00 am a las 11:30am. Un caballo a galope recorre hasta 20km/h tomando en cuenta el promedio de distancias que tienen cada calle es de 0.065km el caballo recorrerá todos los puntos de recolección en un total de 4h y 30min.

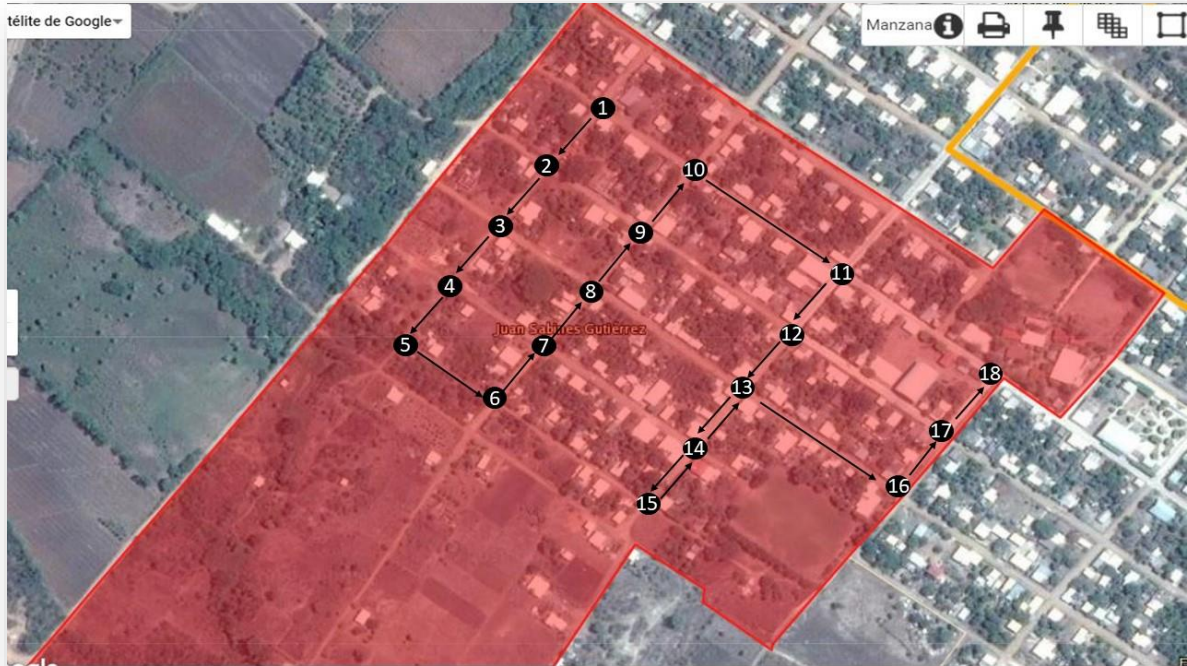


Imagen 11 Ruta de recolección

Fuente: Elaboración propia

VI. Resultados y análisis

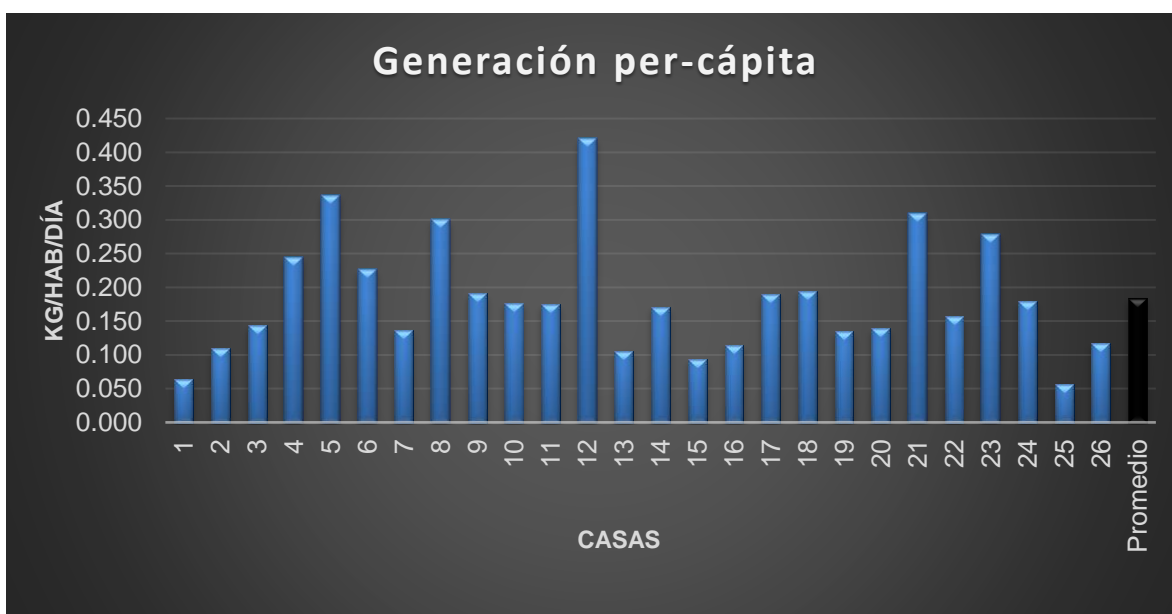
6.1 Generación de Residuos Sólidos domiciliarios

De los datos obtenidos durante los 7 días de muestreos, la generación Per-cápita de los residuos domiciliarios, de la localidad de Juan Sabines Gutiérrez, se contemplaron 28 casas de las 30 casas muestreadas. En la siguiente tabla se muestra la Generación Per-Cápita obtenida en cada uno de los elementos del muestreo, posteriormente se realizó el análisis de rechazo de observaciones sospechosas aplicando el Criterio de Dixon tal como lo marca la NMX-AA-061-1995 una vez aplicando el criterio no se obtuvo ningún rechazo en las muestras.

Tabla 7 Casas muestreadas

Núm. De casa	Generación	Núm. De casa	Generación
1	0.064	14	0.171
2	0.109	15	0.093
3	0.143	16	0.115
4	0.245	17	0.190
5	0.337	18	0.195
6	0.227	19	0.135
7	0.137	20	0.139
8	0.301	21	0.310
9	0.191	22	0.157
10	0.177	23	0.279
11	0.175	24	0.179
12	0.421	25	0.057
13	0.106	26	0.117
Generación per-cápita (kg/hab-día) 0.183			

Gráfica 1 Generación per-cápita



6.2 Composición de las fracciones principales de los RSD

De los residuos sólidos generados en la localidad Juan Sabines Gutiérrez el mayor porcentaje corresponde a los residuos orgánicos, siendo los residuos alimenticios los que cuentan con mayor representación, constituyendo el 54.88% del total generado, que corresponde a un valor muy similar a la media nacional del 53% (SEMARNAT, 2012), sin embargo no todos estos compuestos llegan al sitio de disposición final, porque son utilizados por la población como alimento para animales o incinerados junto a otros residuos que se generan.

Pero hay compuestos que no son aprovechados en los hogares de acuerdo a los resultados obtenidos tal y como se muestran en la siguiente figura, el plástico es el segundo compuesto más generado con un 11.70% siendo comúnmente envases de refrescos.

En cuanto al cartón y papel se obtuvo una generación del 6.87% al comparar los resultados de la generación de plástico y papel obtenidos en la localidad con respecto a los valores reportados en una zona urbana se observa que la localidad presenta un uso menor de plásticos y papel.

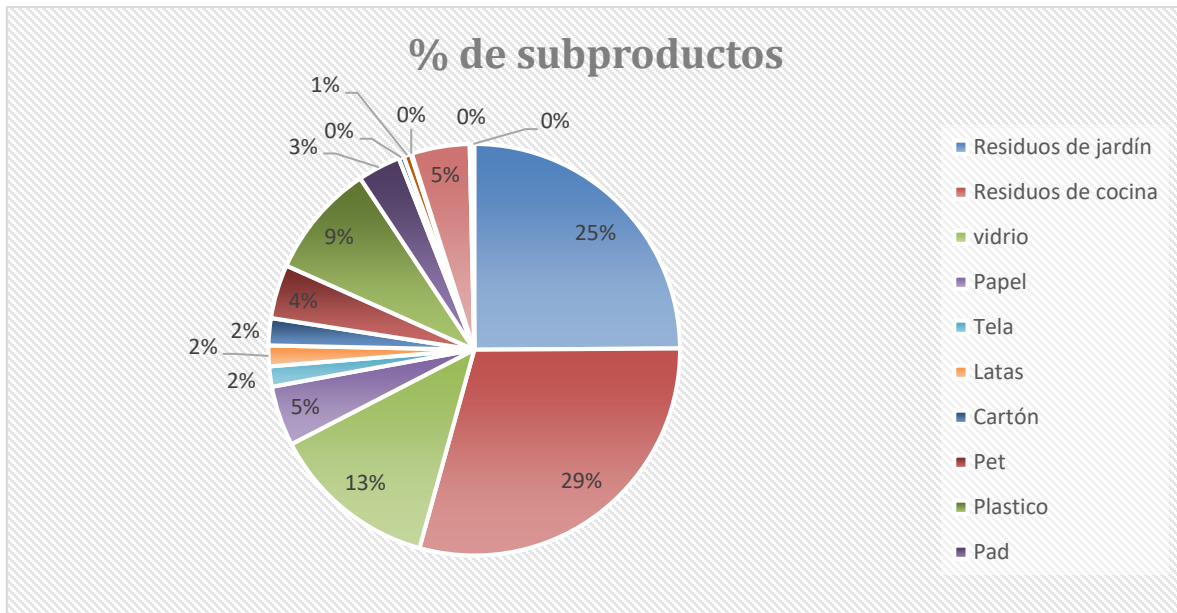
Los vidrios y desechos sanitarios son componentes que también se encuentran presentes en los residuos ocupando un rango de 3.69% y 6.77% respectivamente.

Considerando lo anterior en la categoría de residuos reciclables se incluyen los subproductos de: plástico, cartón y papel, vidrios y metales. Por otra parte, están los residuos no aprovechables como los pañales y textiles.

Los residuos sólidos y no domiciliarios conforman la generación de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, correspondiéndoles una generación per cápita de .183Kg/hab-día para una población estimada de 83 habitantes

En cuanto a su composición los resultados revelaron lo siguiente:

Gráfica 2 Subproductos



Fuente: Elaboración propia

6.3 Peso volumétrico

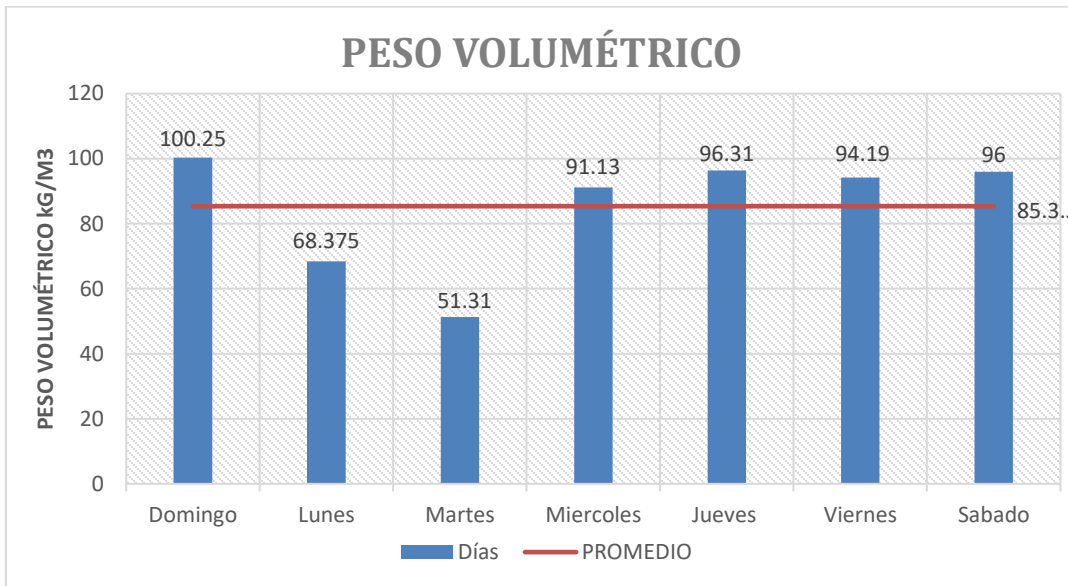
La tabla 7 indica el peso volumétrico de los residuos sólidos domiciliarios obtenido durante el periodo de muestreo, teniendo un promedio de: 85Kg/m^3 y una desviación estándar de **18.32111**

Tabla 8 Peso Volumétrico

DÍA	KG/M3
Domingo	100.25
Lunes	68.375
Martes	51.31
Miércoles	91.13
Jueves	96.31
Viernes	94.19

Sábado	96
Promedio	85.366

Es importante señalar que su variación volumétrica está relacionada con la composición de los residuos sólidos obtenidos, dentro de los subproductos de mayor presencia en los residuos domiciliarios, están los residuos orgánicos que tienen alta densidad; por el contrario los plásticos y el papel junto con el cartón conforman un 18.57% de manera conjunta, los cuales son residuos de poca densidad, por su alto volumen y poco peso, requiriendo mayor espacio para su disposición y es aquí donde se explica la estimación del peso volumétrico.



Gráfica 3 Peso volumétrico

6.4 Ubicación del sitio de disposición final

De acuerdo con la norma NOM-083-SEMARNAT-2003, y con ayuda del programa de ARGIS se pudo determinar la zona para el sitio de disposición final para los residuos que no se puedan reciclar.

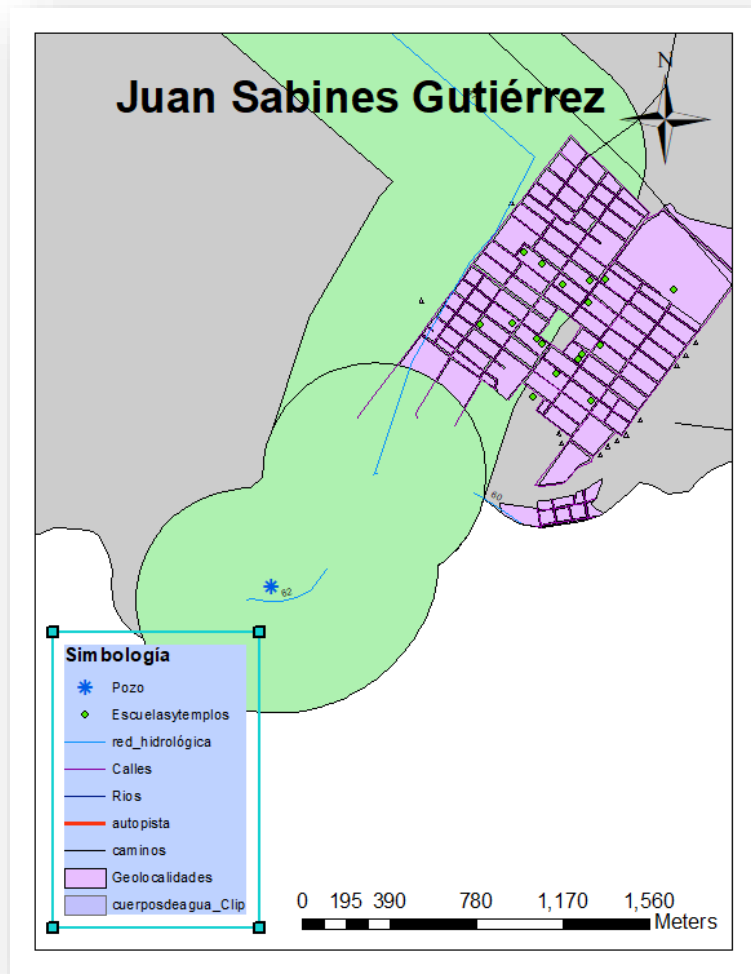


Imagen 12 Localización óptima para SDF

Fuente: Elaboración propia

VII. Conclusiones y recomendaciones

De acuerdo al estudio realizado en la localidad se concluye con la generación per cápita del ejido Juan Sabinés Gutiérrez es de 0.183Kg/Hab-Día. Contando con la participación de 30 hogares seleccionados aleatoriamente.

Los residuos generados en la localidad, están compuestos por desechos orgánicos en su mayoría, de los cuales se piensa aprovechar para la realización de composta siendo la solución más viable. En cuanto a residuos como vidrio, papel, latas, cartón, podrían ser reciclados o bien vendidos para obtener un ingreso extra y que estos no terminen en el tiradero a cielo abierto

Durante el proceso de los 7 días de la actividad, la participación de algunos habitantes de la localidad les pareció un proyecto interesante, y estuvieron agradecidos por la recolección de sus RSD, por lo cual es de gran importancia crear una conciencia ambiental en los habitantes de la localidad.

Es necesario realizar continuamente campañas y actividades de sensibilización y educación ambiental formal, no formal e informal, minimizando la cantidad de residuos sólidos producidos y maximizando la recuperación de los residuos generados.

Referencias

ANAPE. (2018). RECICLADO DE ENVASES Y EMBALAJES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO USADOS. *Asociación Nacional de Poliestireno Expandido*, 5-7. Obtenido de <http://www.anape.es/>

Colomer, F. y. (2007). *Tratamiento de residuos sólidos*. Limusa, México.

Esquinca Cano, F., Escobar Villagrán, J. L., Hernández López, A., & Villalobos Maldonado, J. J. (2014). CARACTERIZACIÓN Y GENERACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS.

Kiely, G. (1999). *INGENIERÍA AMBIENTAL. FUNDAMENTOS, ENTORNOS, TECNOLOGÍAS Y SISTEMAS DE GESTIÓN*. Madrid: McGrawHill.

Navarroa, P. X. (2013). Composteo en pilas aerobias estáticas de pañales desechables usados. *Universidad Autónoma Metropolitana*.

SALAS, E. C. (2013). The generation and composition of domestic solid waste in small urban localities in the State of Veracruz, Mexico. *Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Veracruzana*.

Tchobanoglous, G., Theisen, H., & Vigil, S. (1994). *Gestión integral de residuos sólidos*. Madrid: McGraw-Hill.

. México, D.

NORMA MEXICANA NMX-AA-19-1985.PROTECCIÓN AL AMBIENTE - CONTAMINACIÓN DEL SUELO – RESIDUOSSÓLIDOS MUNICIPALES - PESO VOLUMÉTRICO "IN SITU".

Norma Mexicana NMX-AA-061-1985 Protección al Ambiente - Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos Municipales- Determinación de la Generación

NORMA MEXICANA NMX-AA-22-1985. PROTECCIÓN AL AMBIENTE - CONTAMINACIÓN DEL SUELO - RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES - SELECCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE SUBPRODUCTOS

NORMA MEXICANA NMX-AA-15-1985. PROTECCIÓN AL AMBIENTE - CONTAMINACIÓN DEL SUELO - RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES - MUESTREO - MÉTODO DE CUARTEO

Pablo, J., & Aguilera, R. (n.d.). Residuos Sólidos Domiciliarios : Logística , Una Herramienta Moderna Para Enfrentar Este Domestic Waste . the Logistic As a Modern Tool To Face This Old Problem ., 77–88.

Rivera, J., Montiel, M., & Pérez, A. (2012). Caracterización de residuos sólidos urbanos en la ciudad de Teziutlán. *Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán*, 1(1), 10. Retrieved from http://www.itsteziutlan.edu.mx/site2010/pdfs/2012/11/caracterizacion_lunes_23_de_abril.pdf

Anexos

ANEXO 1 PLAN DE MANEJO

5.1 Legislación

Los planes de manejo requieren de documentación, la cual sirve para dar seguimiento y control, la documentación se maneja en los tres niveles de gobierno, la clasificación se realiza para identificar a quien debe dirigirse para realizar los trámites necesarios y que tramites deben de cumplir según la ley (Gasca, 2012).

Al gobierno federal le compete:

- Formular, conducir y evaluar la política nacional y elaborar el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (PNPGIR).
- Expedir reglamentos y Normas Oficiales Mexicanas (manejo integral de RP, sitios contaminados, identificación de RP, desempeño ambiental de RSU y RME y planes de manejo).
- La regulación y el control de los residuos peligrosos.

A los gobiernos de los Estados les compete:

- Elaborar los Programas Estatales de RME.
- Elaborar y publicar leyes y reglamentos para atender los RME.
- Establecer el registro de los Planes de Manejo de RME.
- Autorizar el manejo integral de los RME.
- Autorizar y llevar el control de los RP generados por los micro generadores.

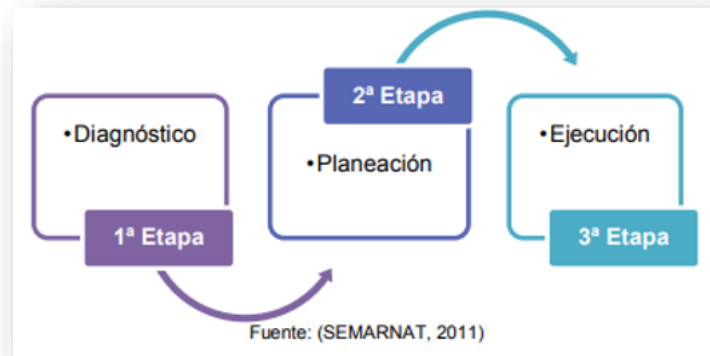
Y a los municipios les compete:

- Elaborar un Programa Municipal para la Prevención y Gestión Integral de RSU.

- Elaborar y publicar reglamentos para regular los RSU.
- Prestar el servicio público para el Manejo Integral de RSU, o concesionarlo a particulares.
- Otorgar autorizaciones y concesiones en el caso de que el manejo integral lo realicen particulares.
- Efectuar el cobro por el pago de servicios de las actividades de manejo integral de RSU.

5.2 Etapas del plan de manejo

Imagen 1
plan de manejo



Etapas del

Diagnóstico: Es el resultado de un análisis preliminar y tiene como fin conocer las características de la situación actual, para así poder actuar en consecuencia. Ese análisis preliminar se basa en la observación de lo que se realiza en la actualidad y a partir de este para el plan integral de los residuos sólidos domiciliarios

Planeación: Es la determinación de lo que se hará en un futuro, incluye decisiones de importancia, como: el establecimiento de políticas, objetivos, redacción de programas, definición de métodos específicos, procedimientos y el establecimiento de los equipos de trabajo. La planeación es proyectar un futuro deseado y los

medios efectivos para conseguirlo (FI, 2012). Para desarrollar la planeación del plan de manejo integral deben considerarse los siguientes puntos (SEMARNAT, 2011)

1. La adopción de medidas para la minimización, reutilización, reciclaje, aprovechamiento térmico, tratamiento, recolección, transporte y disposición final.
2. Prever la infraestructura necesaria para el manejo ambiental adecuado.
3. Promover la cultura y educación ambiental, capacitación y participación activa.
4. Establecer la responsabilidad compartida entre los generadores y las empresas de servicios de manejo
5. Promover el desarrollo de mercados de subproductos mediante instrumentos económicos.
6. Fomentar el desarrollo de tecnologías y prácticas que favorezcan minimización, reutilización, reciclaje, aprovechamiento térmico, tratamiento, recolección y transporte antes que la disposición final.
7. Fomentar el uso de materias primas alternas menos contaminantes.
8. Evitar la transferencia de contaminación de un medio a otro, y
9. Garantizar la protección de la salud pública, ecosistemas y demás elementos naturales.

Ejecución, monitoreo y evaluación.

Durante esta etapa se ejecutan las alternativas propuestas en la etapa de planeación, de tal forma que se pueda cuantificar y llevar un control de los indicadores para conocer en un tiempo determinado si los resultados alcanzados son los que se esperaban o si están mejor de lo que se había pronosticado o bien si se requiere realizar ajustes para enderezar el camino y así alcanzar los objetivos del plan de manejo.

5.3 Análisis de alternativas

La separación de los residuos es necesario para facilitar la etapa de reciclaje, una de las actividades contempladas y asicas es la separación in situ para evitar combinar los residuos.

Para dar solución al manejo adecuado de los residuos que se generan se analizaron las posibles alternativas presentadas por residuos, conforme al que más se genere.

En la tabla 6 se muestran algunas de las alternativas

Tabla 9 Alternativas a los subproductos

RESIDUOS DE COCINA RESIDUOS DE JARDÍN PAÑALES PAPEL CARTÓN	El composteo, el cual consiste en la descomposición biológica de materiales sólidos o semisólidos por los microorganismos, durante un periodo prolongado dando como resultado la degradación del contenido orgánico del material y una reducción importante de su volumen y cuyo producto final se denomina composta(Navarroa, 2013).
PET PLÁSTICO PAD TRETAPAC	Empresa está encargada de recibir los desechos de plásticos PLÁSTICOS LA INDIA BONITA S.A. DE C.V Dirección: Calle Décima Tercera Sur Poniente, Número ext. (ó km.) 3, Cumpatá, Comitán De Domínguez, Chiapas, México, C.P. 30099
LATAS	Este tipo de residuo en el ejido vecino llamado 20 de abril,se encuentra una persona que se dedican a comprar este material entre otros, también cada cierto tiempo pasan camiones comprando latas a las puertas de cada vivienda.

<p>MADERA</p>	<p>Se puede reutilizar como combustible para señoras que son ama de casa y acostumbran a cocinar con leña.</p>
<p>UNICEL</p>	<p>Mejora de suelos: Los residuos una vez triturados y molidos se emplean para ser mezclados con la tierra y de esta forma mejorar su drenaje y aireación. También pueden destinarse a la aireación de los residuos orgánicos constituyendo una valiosa ayuda para la elaboración del compost (tipo de abono).</p> <p>Incorporación a otros materiales de construcción: Los residuos tras su molido a diferentes granulometrías, se mezclan con otros materiales de construcción para fabricar ladrillos, block ligeros y porosos, etc.(ANAPE, 2018).</p>

Para poder tener el apoyo de los habitantes se realizó un curso constando de dos días de capacitación, el primer día trató sobre la separación de los residuos con el fin de disminuir el volumen de los residuos que se recolectaran durante dos días de la semana (lunes y jueves) y para tener una mejor administración se colocaran en un almacén temporal de 12m de largo por 7m de ancho.

Imagen 2 Almacén temporal



Fuente: Elaboración propia

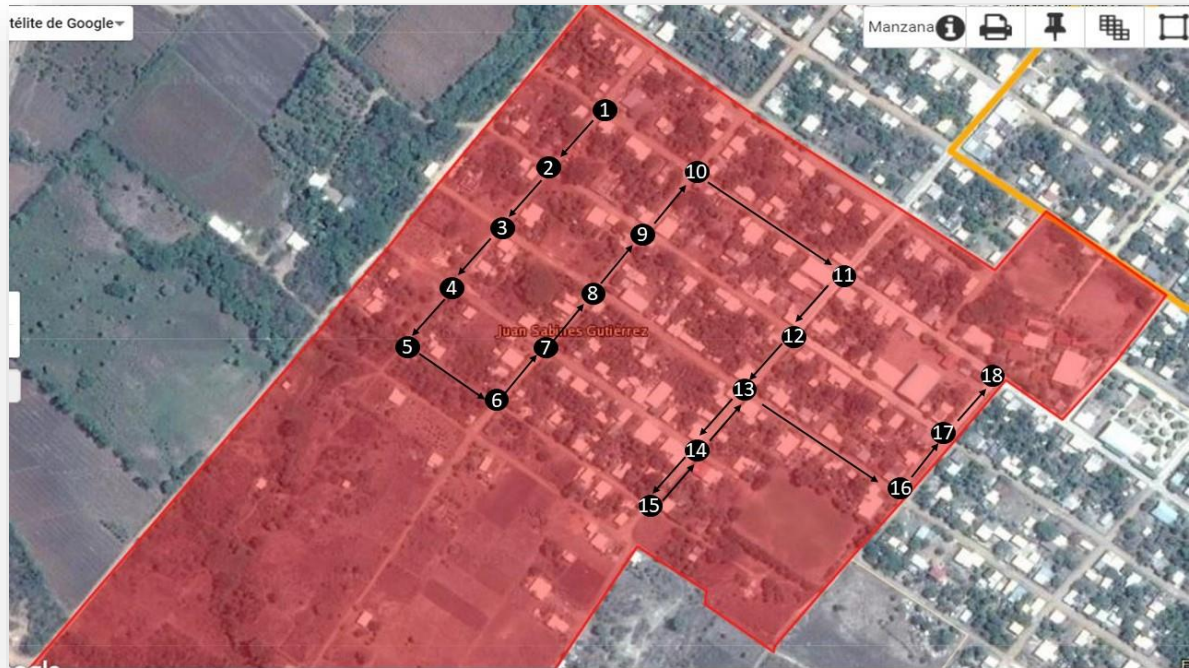
Durante el segundo día se platicó sobre la composta y su importancia, se enseñó a realizarla para que cada habitante la implemente en su casa con los residuos orgánicos para que aprovechen para su jardín u hortalizas.

5.4. Recolección

Dos personas serán las encargadas de transportar los residuos, será recolectada con dos caballos con el fin de economizar los gastos, de acuerdo al peso volumétrico que obtuvimos se diseñará de un remolque con capacidad de soportar 1 tonelada, porque el peso total obtenido durante la semana de recolección fue de 597.562kg/m^3 las dimensiones de dicho remolque serán las siguientes 1.5m de ancho, 3m de largo y una altura de 1.6m teniendo un volumen de 7.2 metros cúbicos.

Los puntos de recolección empezaran por el número 1 y terminando con el número 18 con un horario de 7:00 am a las 11:30am. Un caballo a galope recorre hasta 20km/h tomando en cuenta el promedio de distancias que tienen cada calle es de 0.065km el caballo recorrerá todos los puntos de recolección en un total de 4h y 30min.

Imagen 3 Ruta de recolección



Fuente: Elaboración propia

VI. Resultados y análisis

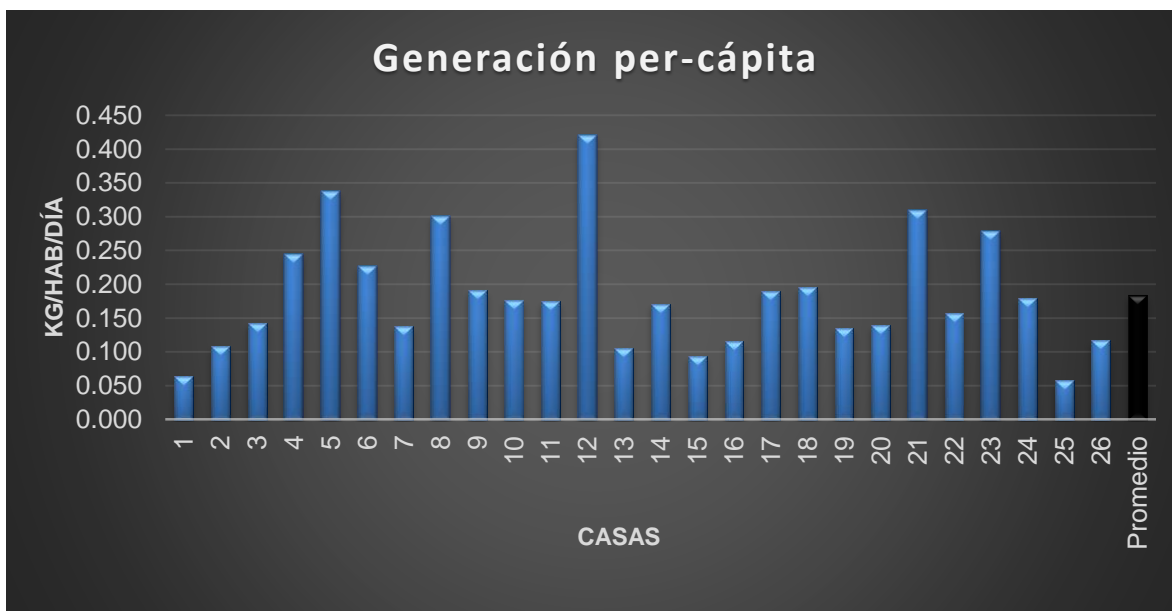
6.1 Generación de Residuos Sólidos domiciliarios

De los datos obtenidos durante los 7 días de muestreos, la generación Per-cápita de los residuos domiciliarios, de la localidad de Juan Sabines Gutiérrez, se contemplaron 28 casas de las 30 casas muestreadas. En la siguiente tabla se muestra la Generación Per-Cápita obtenida en cada uno de los elementos del muestreo, posteriormente se realizó el análisis de rechazo de observaciones sospechosas aplicando el Criterio de Dixon tal como lo marca la NMX-AA-061-1995 una vez aplicando el criterio no se obtuvo ningún rechazo en las muestras.

Tabla 10 Casas muestreadas

Núm. De casa	Generación	Núm. De casa	Generación
1	0.064	14	0.171
2	0.109	15	0.093
3	0.143	16	0.115
4	0.245	17	0.190
5	0.337	18	0.195
6	0.227	19	0.135
7	0.137	20	0.139
8	0.301	21	0.310
9	0.191	22	0.157
10	0.177	23	0.279
11	0.175	24	0.179
12	0.421	25	0.057
13	0.106	26	0.117
Generación per-cápita (kg/hab-día)0.183			

Gráfica 4 Generación per-cápita



6.2 Composición de las fracciones principales de los RSD

De los residuos sólidos generados en la localidad Juan Sabines Gutiérrez el mayor porcentaje corresponde a los residuos orgánicos, siendo los residuos alimenticios los que cuentan con mayor representación, constituyendo el 54.88% del total generado, que corresponde a un valor muy similar a la media nacional del 53% (SEMARNAT, 2012), sin embargo no todos estos compuestos llegan al sitio de disposición final, porque son utilizados por la población como alimento para animales o incinerados junto a otros residuos que se generan.

Pero hay compuestos que no son aprovechados en los hogares de acuerdo a los resultados obtenidos tal y como se muestran en la siguiente figura, el plástico es el segundo compuesto más generado con un 11.70% siendo comúnmente envases de refrescos.

En cuanto al cartón y papel se obtuvo una generación del 6.87% al comparar los resultados de la generación de plástico y papel obtenidos en la localidad con respecto a los valores reportados en una zona urbana se observa que la localidad presenta un uso menor de plásticos y papel.

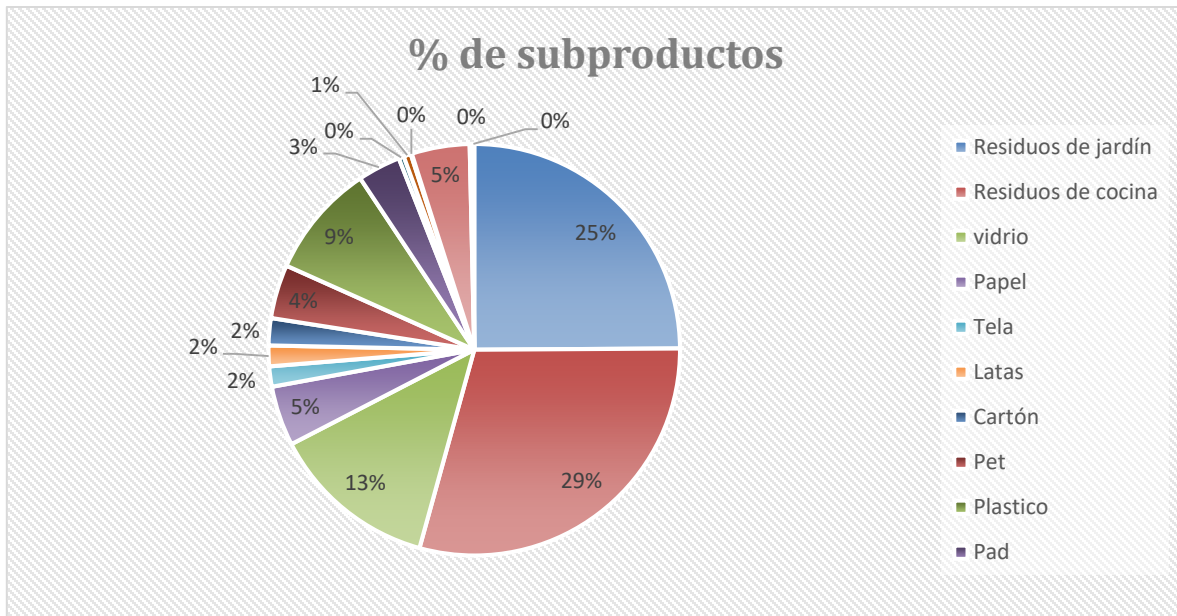
Los vidrios y desechos sanitarios son componentes que también se encuentran presentes en los residuos ocupando un rango de 3.69% y 6.77% respectivamente.

Considerando lo anterior en la categoría de residuos reciclables se incluyen los subproductos de: plástico, cartón y papel, vidrios y metales. Por otra parte, están los residuos no aprovechables como los pañales y textiles.

Los residuos sólidos y no domiciliarios conforman la generación de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, correspondiéndoles una generación per cápita de .183Kg/hab-día para una población estimada de 83 habitantes.

En cuanto a su composición los resultados revelaron lo siguiente:

Gráfica 5 Subproductos



Fuente: Elaboración propia

6.3 Peso volumétrico

La tabla 7 indica el peso volumétrico de los residuos sólidos domiciliarios obtenido durante el periodo de muestreo, teniendo un promedio de: 85Kg/m^3 y una desviación estándar de **18.32111**

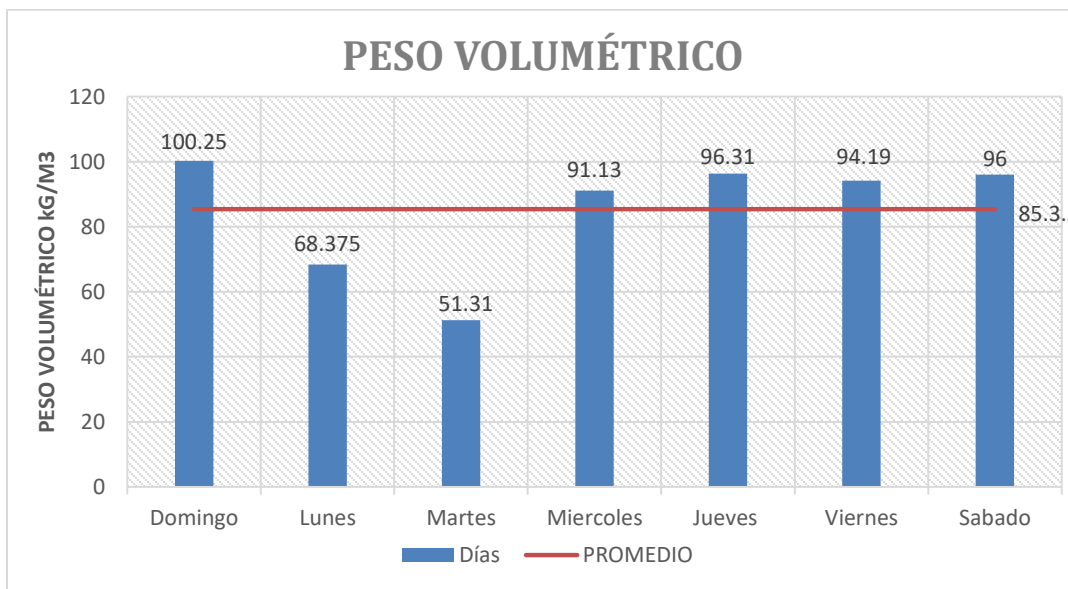
Tabla 11 Peso Volumétrico

DÍA	KG/M3
Domingo	100.25
Lunes	68.375
Martes	51.31
Miércoles	91.13
Jueves	96.31
Viernes	94.19

Sábado	96
Promedio	85.366

Es importante señalar que su variación volumétrica está relacionada con la composición de los residuos sólidos obtenidos, dentro de los subproductos de mayor presencia en los residuos domiciliarios, están los residuos orgánicos que tienen alta densidad; por el contrario los plásticos y el papel junto con el cartón conforman un 18.57% de manera conjunta, los cuales son residuos de poca densidad, por su alto volumen y poco peso, requiriendo mayor espacio para su disposición y es aquí donde se explica la estimación del peso volumétrico.

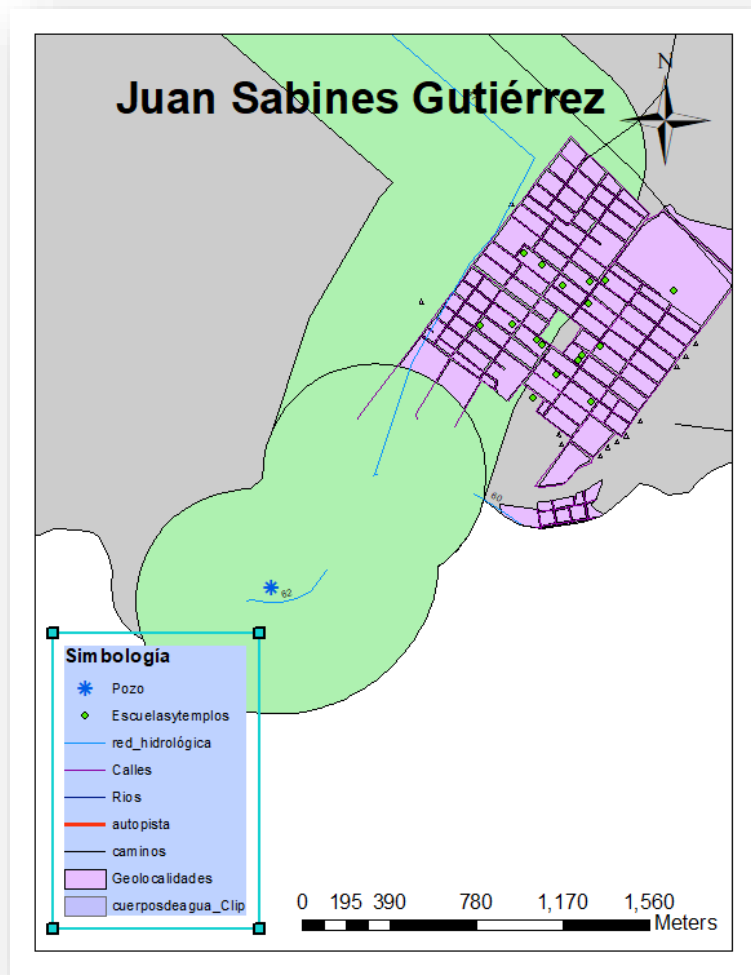
Gráfica 6 Peso volumétrico



6.4 Ubicación del sitio de disposición final

De acuerdo con la norma NOM-083-SEMARNAT-2003, y con ayuda del programa de ARGIS se pudo determinar la zona para el sitio de disposición final para los residuos que no se puedan reciclar.

Imagen 4 Localización óptima para SDF



Fuente: Elaboración propia

VII. Conclusiones y recomendaciones

De acuerdo al estudio realizado en la localidad se concluye con la generación per cápita del ejido Juan Sabinés Gutiérrez es de 0.183Kg/Hab-Día. Contando con la participación de 30 hogares seleccionados aleatoriamente.

Los residuos generados en la localidad, están compuestos por desechos orgánicos en su mayoría, de los cuales se piensa aprovechar para la realización de composta siendo la solución más viable. En cuanto a residuos como vidrio, papel, latas, cartón, podrían ser reciclados o bien vendidos para obtener un ingreso extra y que estos no terminen en el tiradero a cielo abierto

Durante el proceso de los 7 días de la actividad, la participación de algunos habitantes de la localidad les pareció un proyecto interesante, y estuvieron agradecidos por la recolección de sus RSD, por lo cual es de gran importancia crear una conciencia ambiental en los habitantes de la localidad.

Es necesario realizar continuamente campañas y actividades de sensibilización y educación ambiental formal, no formal e informal, minimizando la cantidad de residuos sólidos producidos y maximizando la recuperación de los residuos generados.