



**UNIVERSIDAD
CIENCIAS Y ARTES
CHIAPAS**

**I N F O R M E
T É C N I C O**

**Generación y Caracterización de
Residuos Sólidos Urbanos en la
Comunidad de Francisco I.
Madero, municipio de
Cintalapa de Figueroa, Chiapas.**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO EN CIENCIAS
AMBIENTALES**

**PRESENTA:
DOMINGO ISMAEL RAMOS
MEZA**

**DIRECTOR:
DR. JUAN ANTONIO VILLANUEVA HERNÁNDEZ**

**CODIRECTOR:
DR. JUAN ANTONIO ARAIZA AGUILAR**





UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS
SECRETARÍA GENERAL
DIRECCIÓN DE SERVICIOS ESCOLARES
DEPARTAMENTO DE CERTIFICACIÓN ESCOLAR
AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Lugar: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
Fecha: 19 de Junio de 2023.

C. DOMINGO ISMAEL RAMOS MEZA

Pasante del Programa Educativo de: INGENIERÍA EN CIENCIAS AMBIENTALES

Realizado el análisis y revisión correspondiente a su trabajo recepcional denominado:
GENERACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN LA COMUNIDAD FRANCISCO

I. MADERO, MUNICIPIO DE CINTALAPA DE FIGUEROA, CHIAPAS.

En la modalidad de: INFORME TÉCNICO

Nos permitimos hacer de su conocimiento que esta Comisión Revisora considera que dicho documento reúne los requisitos y méritos necesarios para que proceda a la impresión correspondiente, y de esta manera se encuentre en condiciones de proceder con el trámite que le permita sustentar su Examen Profesional.

ATENTAMENTE

Revisores

DR. JOSÉ MANUEL GÓMEZ RAMOS

DR. JUAN ANTONIO ARAIZA AGUILAR

DR. JUAN ANTONIO VILLANUEVA HERNÁNDEZ

Firmas:

Ccp. Expediente

Índice

Resumen

I.	Introducción	
II.	Planteamiento del problema	7
III.	Justificación	8
IV.	Marco Teórico	9
	4.1. Residuos	9
	4.2. Clasificación de residuos	9
	4.3. Residuos Sólidos Urbanos	11
	4.4. Origen de los residuos sólidos no peligrosos	11
	4.5. Gestión Integrada de los Residuos	12
	4.6. Producción Per Cápita	12
	4.7. Composición de los RSU	13
	4.7.1. Composición Física	16
	4.7.2. Composición Química	16
	4.8. Generación de residuos	16
	4.9. Normatividad Aplicada	19
	4.10. Disposición final	20
	4.11. Impactos de los residuos sobre la población y los ecosistemas	20
	4.12. Descripción del área de estudio	24
	4.12.1. Ubicación de Francisco I. Madero	27
V.	Objetivos	31
	5.1. Objetivo General	31
	5.2. Objetivos Específicos	31
VI.	Metodología	32
	6.1. Caracterización de los RSU	32
	6.2. Peso volumétrico de los RSU	35
	6.3. Obtención de generación per cápita de los RSU	35

6.4.	Proyección a 20 años de los RSU	36
VII.	Resultados	37
7.1.	Caracterización de RSU	37
7.2.	Peso volumétrico	38
7.3.	Determinación de GPC	41
7.4.	Proyección a 20 años	43
VIII.	Conclusiones	45
IX.	Recomendaciones	47
X.	Bibliografía	48
XI.	Anexos	50
11.1.	Anexo 1	51
11.2.	Anexo 2	57
11.3.	Anexo 3	66
11.4.	Fotografías	68

Resumen

Sabiendo que los residuos son la causa principal de contaminación del suelo, son foco de reproducción de fauna nociva, causa de olores desagradables, contaminación del agua, fuentes de riesgo para el ser humano y para los ecosistemas en general (Baqueiro, 2010), en la presente investigación se muestra un estudio de generación y caracterización de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) en una de las localidades representativas del municipio de Cintalapa, Chiapas, denominado Francisco I. Madero.

El motivo por el cual se planteó realizar el estudio en esta localidad es a que en la actualidad pocos municipios del estado de Chiapas cuentan con un manejo aceptable de los RSU. Debido a que las localidades de dichos municipios a veces no se encuentran cerca de la disposición final municipal, por falta de cultura, entre otras cosas, tienden a quemar o tirar los residuos en lugares que no son adecuados, afectando a la salud y al medio ambiente, como es el caso de la localidad Francisco I. Madero donde sus ejidatarios por falta de un sistema adecuado de recolección los habitantes deciden tomar como disposición final el panteón del ejido.

Dentro del contexto de este trabajo están contemplados los RSU, que son generados en casas- habitación, en el estudio se generó información cualitativa y cuantitativa de los RSU, mediante el manejo de los métodos de muestreo estadísticos y análisis señalados en las normas mexicanas, para la determinación de la generación per cápita y peso volumétrico, con la finalidad de realizar una proyección a 20 años de la generación de los RSU. Se obtuvo una generación per cápita de 0.205 kg/hab/día, un peso volumétrico de 148.75 kg/m³ y el componente más alto de los RSU en Francisco I. Madero fue de residuo orgánico con 28.14%.

I. Introducción

Todas las personas, las industrias y los prestadores de servicios en su actividad cotidiana generan residuos o desechos, lo que comúnmente se llama basura. Estos residuos provocan un problema ambiental que con lleva a varias consecuencias, no sólo perjudicando al medio sino también a la salud humana, se clasifican tres tipos de residuos: peligrosos, de manejo especial y sólidos urbanos (Baqueiro, 2010).

Los residuos sólidos urbanos son los generados en las casas 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 (LGPGIR). Todos los centros urbanos generan toneladas de residuos y la ley prevé que ésta debe ser controlada mediante el fomento del reuso, la separación, el reciclaje y de un adecuado programa de recolección, transporte, separación y disposición final en rellenos sanitarios o incineración (Baqueiro, 2010).

La mayoría de las localidades del Estado no cuentan con sitios de disposición final adecuados, efectuándose esta actividad en tiraderos a cielo abierto, los cuales no cuentan con infraestructura y métodos que permitan prevenir la contaminación del aire, suelo y agua, sin mencionar que cada día, el crecimiento demográfico, la modificación de las actividades productivas y el incremento en la demanda de los servicios, han rebasado la capacidad del ambiente para asimilar la cantidad de residuos que genera la sociedad; por lo que es necesario contar con sistemas de manejo integral de residuos adecuados con la realidad de cada localidad (NOM-083-SEMARNAT-2003).

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, 2014).

Dentro del contexto de este estudio quedan contemplados los RSU, que son generados en casas habitación. Teniendo en cuenta la problemática de recolección, manejo y disposición final de los RSU que enfrenta la localidad Francisco I. Madero del municipio de Cintalapa, se plantó realizar un estudio de generación y caracterización de los Residuos Sólidos Urbanos. Dicha localidad se encuentra en el extremo oeste del Estado, tiene una altitud de 739 msnm y cuenta con una población aproximada de 1444 habitantes (INEGI, 2010), su principal actividad económica es la agricultura.

La finalidad del estudio es generar información cualitativa y cuantitativa, sobre la cantidad y características de los residuos sólidos municipales producidos en Francisco I. Madero, mediante el manejo de los métodos de muestreo estadístico y análisis señalados en las normas mexicanas, para la determinación de la generación per-cápita y peso volumétrico, con el propósito de fundamentar conclusiones y adecuaciones necesarias para el establecimiento de alternativas de solución sobre el manejo y eliminación de desechos.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El promedio diario de residuos sólidos urbanos recolectados en Chiapas es de 1,914,537 Kg (INEGI, 2011), considerando que la mayoría de las localidades del Estado no cuentan con sitios de disposición final adecuados, efectuándose esta actividad en tiraderos a cielo abierto, los cuales no cuentan con infraestructura y métodos que permitan prevenir la contaminación del aire, suelo y agua, sabiendo que estos desechos son la causa principal de contaminación del suelo, son foco de reproducción de fauna nociva, causa de olores desagradables, contaminación del agua, fuentes de riesgo para el ser humano y para los ecosistemas en general (Baqueiro, 2010), se plantea realizar un estudio de generación y caracterización de los Residuos Sólidos Urbanos en Francisco I. Madero, localidad del municipio de Cintalapa, Chiapas.

Francisco I. Madero presenta problemas en la recolección, manejo y disposición final de los Residuos Sólidos Urbanos, debido a que el ejido se encuentra ubicado a una distancia considerable del sitio de disposición final del municipio, ha provocado que no tengan un sistema de recolección de RSU adecuado, el cual, ha traído varias consecuencias, como provocar que los pobladores tomen como disposición final el panteón de la localidad, dejando un tiradero a “cielo abierto” sin ningún control en el manejo de los RSU, no obstante, también esto ha fomentado la costumbre de la quema de algunos residuos en patios traseros de los hogares, cabe mencionar que esta práctica no sólo afecta al aire, suelo y agua, sino también a la sociedad repercutiendo en la salud de los más vulnerables.

III. JUSTIFICACIÓN

Francisco I. Madero cuenta con 1444 habitantes (INEGI, 2010), la cual no cuenta con un servicio de recolección adecuado esto ha provocado que los pobladores tomen como disposición final el panteón de la localidad, dejando la basura a cielo abierto, por ende, es de vital importancia realizar un estudio de generación y caracterización de RSU.

La generación y caracterización de los RSU son parámetros muy importantes a la hora de tomar decisiones en lo que se refiere a diseño de los sistemas de manejo de los residuos, así como también en la disposición final de los desechos sólidos (Esquinca, 2014).

Lo importante de una caracterización es que se trata de un método que permite conocer la composición de los RSU. Este conocimiento permitirá diseñar una mejor gestión integral, logrando a su vez una optimización de los recursos disponibles para tales efectos. De no haber un proceso de caracterización que lo avale, puede ocasionar un fracaso en el sistema de gestión elegido, haciéndolo ineficaz, carente de sentido y alejado de las necesidades reales.

La caracterización y generación de los RSU tienen su importancia en cada una de las fases de la gestión integral de los residuos sólidos (generación, almacenamiento, recogida, transporte, tratamientos intermedios y eliminación final). La cantidad y composición de los residuos sólidos varía considerablemente ya que, en cada una de las fases mencionadas, existe una activa recuperación de materiales, no obstante, es importante para el reciclado, reuso y reducción de residuos.

De tal manera es fundamental conocer en Francisco I. Madero, la composición de los residuos, su clasificación, la cantidad de generación, la generación per cápita y así mismo una proyección de la generación de residuos, para así poder diseñar una disposición final adecuada. Esto mediante el buen manejo de los métodos señalados en las normas mexicanas en materia de residuos sólidos.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1. Residuos

En la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), residuo es “cualquier 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.”

4.2. Clasificación de los Residuos

La LGPGIR clasifica en cuatro tipos los residuos:

Peligrosos: Son aquellos que poseen alguna de las características de Corrosividad, Reactividad, Explosividad, Toxicidad, Inflamabilidad, o que contengan agentes Biológicos Infecciosos (CRETIB) que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio, de conformidad con lo que establece la ley.

Sólidos urbanos: Orgánicos e inorgánicos.

De manejo especial: Son aquellos generados en procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos ni como residuos sólidos urbanos; tampoco son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos y, sin embargo, requieren de un manejo especial. Se clasifican en provenientes de las rocas, los servicios de salud, actividades pesqueras, agrícolas, silvícolas, forestales, avícolas, ganaderas, el transporte, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales, tiendas departamentales, la construcción y residuos tecnológicos.

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.

Para su mejor comprensión se dan otras clasificaciones que se manejan en el medio ambiente (Baqueiro, 2010):

Por su origen:

Domésticos: se generan en el hogar

Urbanos: los que generan los centros de población

Industriales: los desechan las industrias en sus procesos productivos.

Agropecuarios: desechos del campo.

Hospitalarios: provenientes de hospitales, clínicas y centros de salud.

Por su grado de riesgo:

Peligrosos: los clasificados por la legislación como corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables, biológicos, radiactivos y de alto riesgo para la salud, que por sus iniciales constituyen la fórmula CRETIB.

- No peligrosos.
- Por su capacidad de ser reusados:
 - Reciclables: pueden someterse a un nuevo proceso industrial
 - No reciclables: no se pueden volver a usar y requieren de sitios especiales para su disposición final.
- Por la capacidad del ambiente para descomponerlos:

- Biodegradables: pueden ser desintegrados por procesos naturales.
- No biodegradables: desconocidos para la naturaleza, que no tiene la capacidad para descomponerlos.

4.3. Residuos Sólidos Urbanos

La LGPGIR lo define como:

Los generados en las casas 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.

4.4. Origen de los residuos sólidos no peligrosos

La generación de residuo se inicia cuando un consumidor decide que un producto ya le resulta no deseable o inservible. Este momento varía con el criterio de cada individuo y de sus costumbres. Asimismo, la generación de residuos sólidos se encuentra sumamente ligada con el grado de desarrollo de una localidad, la densidad de población y el ingreso económico. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) el mayor número de desechos en kilogramos por habitante al día es mayor en una localidad urbana, seguida por metropolitana, después semiurbano y por último los desechos de una localidad rural (Jiménez, 2001).

4.5. Gestión Integrada de Residuos

La gestión integrada de residuos es una expresión que se cita frecuentemente, pero a la que distintas personas atribuyen distintos significados (Bautista, 1998).

En líneas generales la gestión integrada incluye:

- Recogida y clasificación,
- Tratamiento,
- Beneficio para el medio ambiente,
- Optimización de costes/rentabilidad económica,
- Aceptación social.

La gestión puede integrar residuos procedentes de distintas fuentes o zonas de producción, así como el uso de varios sistemas de tratamiento. La clave es el enfoque global que considere: una reducción de los impactos negativos para el medio ambiente y unas cargas y costes globales aceptables para todos los niveles y sectores de la sociedad (Bautista, 1998).

En una gestión integrada de los residuos pueden existir ventajas respecto a un tratamiento de residuos procedentes de distintas fuentes, o respecto a la utilización de distintos tratamientos para determinados residuos productos o subproductos. Lo más conveniente y que constituirá una plena gestión integral sería optimizar el tratamiento para todos los residuos generados (Bautista, 1998).

4.6. Producción Per Cápita

Según la Norma Mexicana NMX-AA-61-1985:

La producción per cápita es una generación unitaria de residuos sólidos. Es la cantidad de residuos sólidos promedio generados en kilogramos por una persona en un día. Este parámetro se encuentra en función de otros factores tales como: costumbres de la población, nivel de ingresos y actividades económicas, entre otras. A continuación se muestra una tabla de generación per cápita con proyección al 2020 de México.

Tabla 1. Proyección de la generación per cápita y total de RSU 2004-2020, México.

Año	Número de habitantes (miles)	Generación Kg/hab/día	Toneladas diarias	Toneladas anuales (miles)
2004	105,350	0.90	94,800	34,600
2005	106,452	0.91	96,900	35,370
2010	111,614	0.96	107,100	39,100
2015	116,345	1.01	117,500	42,890
2020	120,639	1.06	128,000	46,700

Fuente. 1. Proyecciones de proyección 2000-2050. CONAPO, México, 2003.2. Secretaria de Desarrollo Social, 2004.

4.7. Composición de los residuos sólidos urbanos

Cuando se habla de composición de los residuos sólidos urbanos, se refiere a los componentes que forman estos residuos expresados en porcentaje en peso.

En este sentido, la composición de los residuos sólidos urbanos puede ser muy variada y variable dependiendo de varios factores, ya que dentro de los residuos sólidos urbanos se pueden encontrar infinidad de materiales que deben identificarse correctamente para llevar a cabo una gestión eficaz.

A pesar de la gran heterogeneidad de los residuos sólidos urbanos, éstos se pueden clasificar en las categorías siguiente desde el punto de vista de su caracterización (NMX-AA-22-1985).

- Algodón
- Cartón

- Cuero
- Residuo fino (todo material que pase la criba M 2.00)
- Envase de cartón encerado
- Fibra dura vegetal (esclerénquima)
- Fibras sintéticas
- Hueso
- Hule
- Lata
- Loza y cerámica
- Madera
- Material de construcción
- Material ferroso
- Material no ferroso
- Papel
- Pañal desechable
- Plástico rígido y de película
- Poliuretano
- Poliestireno expandido
- Residuos alimenticios (Véase observaciones)
- Residuos de jardinería
- Trapo
- Vidrio de color
- Vidrio transparente
- Otros

La composición de los residuos urbanos depende básicamente de los factores siguientes (Seoánes, 2000):

- Nivel de vida de la población.

- Actividad de la población.
- Climatología general de la zona

A continuación se presenta la composición de los Residuos Sólidos Urbanos en México, 2011.

Figura 1: Composición de los RSU, México, 2011.



Fuente. Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en zonas Urbano-

Marginadas. SEDESOL, México, 2012

La información sobre la composición de los desechos sólidos es importante en la evaluación de alternativas sobre necesidades de equipo, sistemas, programas y planes de manejo. Por ejemplo, si los desechos sólidos son producidos en una instalación comercial sólo consisten de productos de papel, puede ser apropiado el uso de equipo especial de procesado como desmenuzadores y fardos. También se puede considerar la recolección separada si la ciudad o agencia de recolección está involucrada en un programa de recirculación de productos de papel. La evaluación

de la factibilidad de la incineración depende de la composición química de los desechos sólidos (Tchobanoglous, 1982).

4.7.1. Composición Física

La información y datos sobre la composición física de desechos sólidos son importantes en la selección y operación del equipo e instalaciones, en la evaluación de la factibilidad de la recuperación de recursos y energía, y en el análisis y diseño de las instalaciones de disposición (Tchobanoglous, 1982).

4.7.2. Composición Química

La información sobre la composición química de los desechos sólidos es importante en la evaluación de opciones alternas de procesado y recuperación. Por ejemplo considere el proceso de incineración. Típicamente, se puede pensar de los desechos como una combinación de materiales combustibles semihúmedos y no combustibles, si se va a utilizar desechos sólidos como combustible, las cuatro cualidades más importantes a conocer son (Tchobanoglous, 1982):

- a) Humedad (pérdida a 105°C durante 1 hora)
- b) Material volátil (pérdida adicional por ignición a 950°C)
- c) Cenizas (residuos después de quemar)
- d) Carbón fijo (restante)

4.8. Generación de Residuos

Según la LGPGIR generación es:

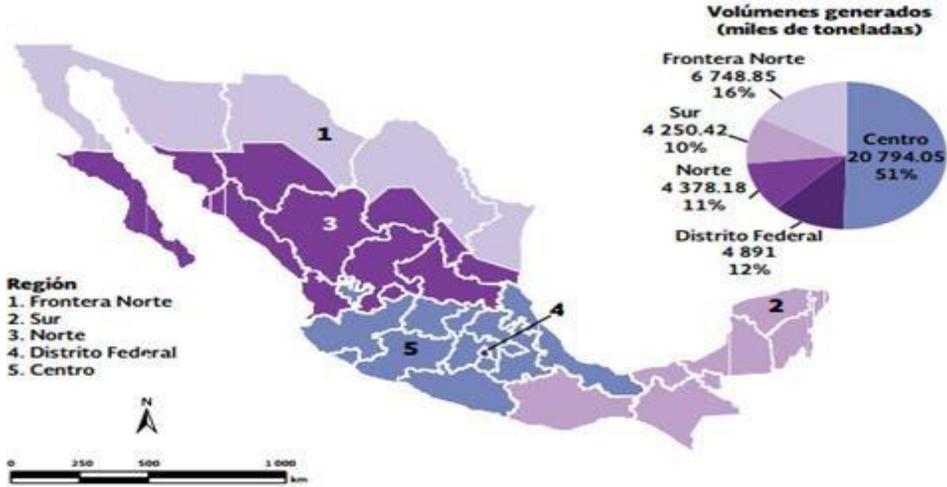
Acción de producir residuos a través del desarrollo de procesos productivos o de consumo.

Las cifras sobre la generación de RSU a nivel nacional que se han reportado en los

últimos años presentan limitaciones importantes, básicamente porque no se trata de mediciones directas, sino de estimaciones. Son calculadas por la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) conforme a lo establecido en la norma NMX-AA-61-1985 sobre la Determinación de la Generación de Residuos Sólidos. Según dicha dependencia, en 2011 se Generaron alrededor de 41 millones de toneladas, lo que equivale a cerca de 112.5 mil toneladas de RSU diariamente.

A continuación se presenta la generación de RSU y generación per cápita RSU por región, 2011

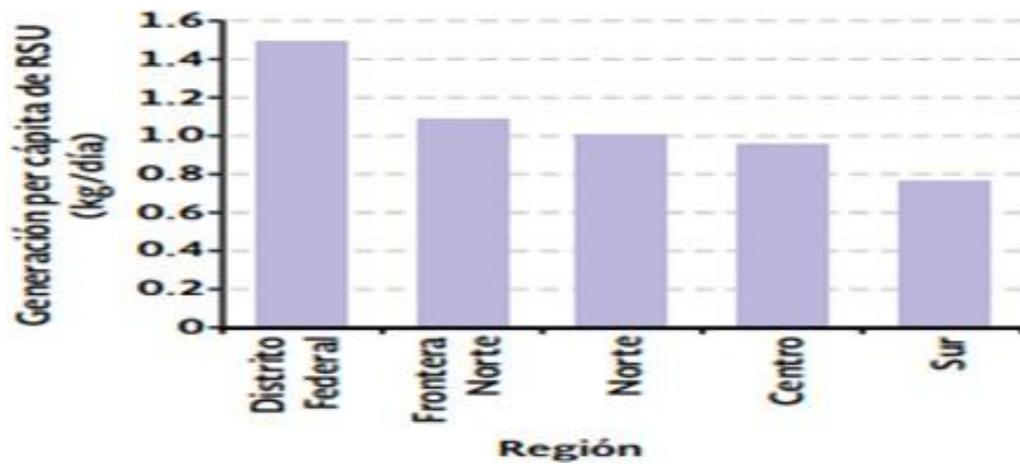
Figura 2: Generación de RSU por región, 2011.



Fuente. Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en zonas Urbano-Marginadas.

SEDESOL, México, 2012

Figura 3: Generación per cápita de RSU por región, 2011.



Fuente. Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en zonas Urbano-Marginadas.

SEDESOL, México, 2012

4.9. Normatividad aplicada

Tabla 2. Se muestra la normatividad aplicada en el estudio.

NMX-AA-91-1987	Calidad del suelo terminología
NMX-AA-19-1985	Protección al ambiente -contaminación del suelo - Residuos Sólidos Municipales - peso volumétrico "IN SITU".
NMX-AA-15-1985	Protección al ambiente - contaminación del suelo - Residuos Sólidos Municipales - muestreo - Método de cuarteo
NMX-AA-61-1985	Protección al ambiente-contaminación del suelo- Residuos Sólidos Municipales-Determinación de la generación
NMX-AA-22-1985	Protección al ambiente - contaminación del suelo- Residuos Sólidos Municipales - Selección y cuantificación de

	subproductos
--	--------------

4.10. Disposición final

Acción de depositar o confinar permanentemente residuos en sitios e instalaciones cuyas características permitan prevenir su liberación al ambiente y las consecuentes afectaciones a la salud de la población y a los ecosistemas y sus elementos (LGPGIR, 2003).

Foto 1. Disposición final del municipio de Cintalapa Chiapas.



Fuente: Archivo

4.11. Impactos de los residuos sobre la población y los ecosistemas

Al ser desagradable la presencia de residuos, las personas tienden a alejarlos de sus viviendas y gran parte lo hace dejándolos en la vía pública. De esta manera se

forman los “tiraderos a cielo abierto” (o clandestinos) que son sitios inadecuados de disposición final de residuos y que tienen una repercusión negativa en la sociedad y el ambiente. Se muestra en la siguiente tabla los principales problemas causados por los “tiraderos a cielo abierto” (Rivera, 2005).

Tabla 3. Se muestra una tabla de los principales problemas de los tiraderos “a cielo abierto”

Problemática general de los tiraderos “a cielo abierto”	
PRINCIPALES PROBLEMAS	CAUSAS
Deterioro del paisaje	<ul style="list-style-type: none"> • Acumulación de residuos sólidos sin cobertura cerca de carreteras, caminos vecinales, asentamientos humanos y arroyos. • Incendios, dispersión de materiales ligeros y polvo.
Contaminación del aire	<ul style="list-style-type: none"> • Olores desagradables propios de la descomposición de los RS • Incendios y suspensión de partículas • Generación de gases tóxicos y humos

<p>Contaminación de cuerpos de aguas superficiales y subterráneos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ubicación de sitios en suelos permeables • Carencia de un sistema de impermeabilización y control de lixiviados • Falta de cobertura diaria y final • Cercanía de cuerpos de agua superficial y subterránea • Carencia de obras de desvío de aguas pluviales
<p>Contaminación del suelo</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ubicación de sitios en suelos permeables • Carencia de un sistema de impermeabilización y control de lixiviados • Falta de cobertura diaria y final • Cercanía de cuerpos de agua superficial y subterránea • Carencia de obras de desvío de aguas pluviales • Falta de control de materiales ligeros
<p>Impacto en la salud</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Proliferación de fauna nociva • Presencia de animales domésticos dentro del sitio • Contacto directo con los RS • Migración y movilidad de contaminantes generados en los sitios de disposición

	final, a través de suelo, aire y agua.
Impacto social	<ul style="list-style-type: none"> • Abandono o falta de control de los sitios de disposición final • Existencia de materiales aprovechables

Fuente: SEDESOL, 2001.

Un estudio realizado por el Instituto Nacional de Ecología (1997) indica que los residuos de una persona (en la ciudad de México) son 8.6 veces más contaminantes que sus aguas negras (en términos de DBO). Esto confirma que el inadecuado manejo y disposición de los residuos puede causar grandes problemas ambientales y de la salud.

El desarrollo económico, la industrialización y la implantación de modelos económicos que conllevan al aumento sostenido del consumo, han impactado significativamente el volumen y la composición de los residuos producidos por las sociedades del mundo. Las consecuencias ambientales de la inadecuada disposición de los residuos pueden ser negativas para la salud de las personas y de los ecosistemas naturales. Algunos de sus impactos son los siguientes (SEMARNAT, 2006):

- Generación de contaminantes y gases de efecto invernadero: la descomposición de los residuos orgánicos produce biogases que resultan desagradables no sólo por los olores que generan, sino que pueden ser peligrosos debido a su toxicidad o por su explosividad. Algunos de ellos son también gases de efecto invernadero que contribuyen al cambio climático global. Entre estos gases destacan el bióxido y monóxido de carbono (CO₂ y CO, respectivamente), metano (CH₄), ácido sulfhídrico (H₂S) y compuestos orgánicos volátiles (COVs, como la acetona, benceno, estireno, tolueno y

tricloroetileno).

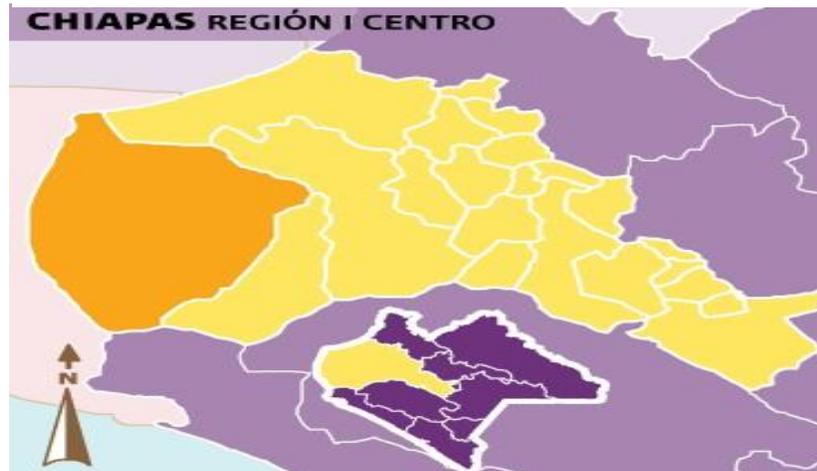
- Adelgazamiento de la capa de ozono: las sustancias agotadoras del ozono (SAO) que se emplean en la fabricación de envases de unicel, como propulsores de aerosoles para el cabello, en algunas pinturas y desodorantes, plaguicidas, así como en refrigeradores y climas artificiales contribuyen, al ser liberadas a la atmósfera, al adelgazamiento de la capa de ozono. Cuando los envases de estos productos son desechados de manera inadecuada se convierten en fuentes de emisión de SAO.
- Contaminación de los suelos y cuerpos de agua: la descomposición de los residuos y su contacto con el agua puede generar lixiviados (es decir, líquidos que se forman por la reacción, arrastre o filtrado de los materiales) que contienen, en forma disuelta o en suspensión, sustancias que se infiltran en los suelos o escurren fuera de los sitios de depósito. Los lixiviados pueden contaminar los suelos y los cuerpos de agua, provocando su deterioro y representando un riesgo para la salud humana y de los demás organismos.
- Proliferación de fauna nociva y transmisión de enfermedades: los residuos orgánicos que se disponen atraen a un numeroso grupo de especies de insectos, aves y mamíferos que pueden transformarse en vectores de enfermedades peligrosas como la peste bubónica, tifus murino, salmonelosis, cólera, leishmaniasis, amebiasis, disentería, toxoplasmosis, dengue y fiebre amarilla, entre otras.

4.12. Descripción del área de estudio

El municipio de Cintalapa se encuentra en el extremo oeste del Estado, sus coordenadas geográficas son 16° 39' N y 93° 44' W su altitud es de 540 msnm.

Limita al norte, con el municipio de Tecpatán, al oeste con el Estado de Oaxaca, al este con Jiquipilas y Ocozocoautla de Espinosa y al sur con Arriaga.

Figura 4. Ubicación de Cintalapa Chiapas



Fuente: INEGI, 2010.

- Extensión

El municipio cuenta con una extensión territorial de 2,404.6 km² representa el 19 % del territorio de la región Centro y el 3.18% de la superficie estatal.

- Orografía

El 70% de la superficie del municipio es plana y el resto está formado por zonas semiplanas.

- Hidrografía

Los principales ríos que hay en el municipio son: Cintalapa, negro y la venta; otras corrientes son los arroyos: Cubelete, San Miguel, Tenoschtitlan, La Providencia, Macuilapa, Jardín, Cuajilote y Cárdenas.

- Clima

El clima predominante es semicálido subhúmedo, en la cabecera municipal la temperatura media anual es de 24.5°C con una precipitación pluvial de 800 milímetros anuales.

- Flora

La vegetación es de bosques de encino-pino.

- Fauna

La fauna del municipio está compuesta por una gran variedad de especies de las cuales predominan las siguientes: culebra ocoatera, ardilla voladora, jabalí, venado de campo, zorrillo espalda blanca, tejón y venado cabrío, entre otras.

- Características y uso de suelo

El municipio está constituido geológicamente por terrenos paleozoicos y los tipos de suelo que predominan son: regosol y cambisol, el principal uso es la agricultura y pecuario con bosque, el 65% son terrenos ejidales y el resto son de propiedad privada.

- Principales localidades

- Cintalapa de Figueroa
- Lázaro cárdenas
- Villamorelos
- Francisco I. Madero
- Nueva Tenochtitlán (Rizo de Oro)
- Pomposo Castellanos
- Emiliano Zapata
- Mérida
- Vista Hermosa
- Triunfo de Madero

A continuación se muestra información de la localidad Francisco I. Madero, municipio de Cintalapa, Chiapas.

Tabla 4.

FECUNDIDAD	
Promedios de hijos, nacidos vivos	3.1
	2

INEGI,
2010

Tabla 5.

DISCAPACIDAD	
Población con limitación en la actividad	39
Población con limitación para caminar o moverse, subir o bajar	11
Población con limitación para ver, aun usando lentes	16
Población con limitación para hablar, comunicarse o conversar	2

INEGI,

Tabla 6.

CARACTERÍSTICAS ECONÓMICAS	
Población económicamente activa	419
Población masculina económicamente activa	393
Población femenina económicamente activa	26
Población no económicamente activa	646
Población masculina no económicamente activa	130
Población femenina no económicamente activa	526
Población ocupada	418
Población masculina ocupada	392
Población femenina ocupada	26
Población desocupada	1
Población masculina desocupada	1
Población femenina desocupada	0

INEGI, 2010

Tabla 7

SITUACIÓN CONYUGAL	
Población soltera o nunca unida de 12 años y más	409
Población casada o unida de 12 años o más	581
Población que estuvo casada o unida de 12 años y más	76

INEGI, 2010

Tabla 8.

RELIGIÓN	
Población con religión católica	105
	1
Protestantes, Evangélicas y Bíblicas diferentes de evangélicas	218
Población con otras religiones diferentes a las anteriores	0
Población sin religión	167

INEGI, 2010

Tabla 9.

VIVIENDAS	
Total de viviendas	301

INEGI, 2010

Francisco I. Madero cuenta con algunos servicios entre ellos está el alumbrado, un centro de salud y tres escuelas.

- Colegio FRANCISCO INDALECIO MADERO es una Escuela de PREESCOLAR situada en la localidad de Francisco I. Madero. Imparte EDUCACION BASICA (PREESCOLAR GENERAL), y es de control PÚBLICO (FEDERAL TRANSFERIDO).
- El Colegio TELESECUNDARIA 065 JUAN FRANCISCO ESCUTIA es una Escuela de SECUNDARIA situada en la localidad de Francisco I. Madero. Imparte EDUCACION BASICA (TELESECUNDARIA), y es de control PÚBLICO (ESTATAL).
- El Colegio MIGUEL HIDALGO Y COSTILLA es una Escuela de PRIMARIA situada en la localidad de Francisco I. Madero. Imparte EDUCACION BASICA (PRIMARIA GENERAL), y es de control PÚBLICO (FEDERAL TRANSFERIDO).

V. Objetivos

5.1. Objetivo General

- Realizar un estudio de generación y caracterización de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) en la localidad de Francisco I. Madero, municipio de Cintalapa, Chiapas.

5.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar los RSU que se generan en la localidad de Francisco I. Madero.
- Obtener peso volumétrico de los RSU
- Determinar la generación per cápita de los RSU
- Realizar una proyección a 20 años de los RSU

VI. Metodología

6.1. Caracterización de los RSU

Por medio de una plática a la asamblea de la localidad Francisco I. Madero, se les dio a conocer el motivo de la realización del estudio, así como también, se les explicó la metodología de éste, con la finalidad de generar datos reales y reducir el margen de error.

Esto se realizó siguiendo las Normas Mexicanas correspondientes:

Tabla 10.

NMX-AA-61-1985	Determinación de la generación de los RSU
NMX-AA-15-1985	Método de cuarteo para los RSU
NMX-AA-22-1995	Selección y cuantificación de subproductos de los RSU

Determinación de la generación de los RSU

El conocimiento de la población actual y futura se constituye en una información de extrema importancia en la gestión integral de los RSU, puesto que la generación y recolección de residuos está estrechamente relacionada con el número de habitantes, y con el tamaño y crecimiento de las localidades, entre otros factores (Jaramillo, 1999). Una vez seleccionado el tamaño de la muestra y realizadas las actividades previas al muestreo se prosigue con las labores de recolección de los RSU

Se inicia la recolección diaria en cada casa-habitación, a la cual se le denomina

“Descacharramiento”. Esto sirve únicamente como una operación de limpieza para asegurar que los residuos generados correspondan a un día. Simultáneamente, con la operación de limpieza, se entregan dos nuevas bolsas de polietileno, una negra para los residuos orgánicos e inorgánicos y una transparente específicamente para los residuos sanitarios, esto para el almacenamiento de los residuos que se generarán en las siguientes 24 horas.

Posteriormente a partir del segundo día se efectúa la recolección diaria de los residuos generados en cada casa-habitación, así como la entrega de dos nuevas bolsas de polietileno. Al término de la recolección, se trasladan los residuos sólidos de cada zona al Centro de Recepción.

Teniendo las muestras identificadas de cada casa-habitación, se procede a pesar cada una de ellas en una báscula de 25 Kg, llevando el control del peso en unas tablas de registro por zona. Posteriormente se efectúa el método de cuarteo, llenando los formatos realizados previamente al muestreo.

Método de cuarteo para los RSU

Para efectuar este método de cuarteo, se requiere de la participación de cuando menos tres personas.

Para realizar el cuarteo se toman las bolsas de polietileno que contengan los residuos sólidos, resultado del estudio de generación de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NMX-AA- 61- 1985.

- El contenido de dichas bolsas, se vacía formando un montón sobre un área plana horizontal de 4 m x 4 m de cemento pulido o similar y bajo techo.
- El montón de residuos sólidos se mezcla con pala, hasta homogeneizarlos, y luego, se divide en cuatro partes aproximadamente iguales (A B C y D), y se elimina las partes opuestas (A y C ó B y D) cabe aclarar que los residuos sanitarios se trabajan de manera separada para evitar el contacto directo con ellos, para el primer día se hace la repetición de esta operación hasta dejar

un mínimo de 50 kg de residuos sólidos con los cuales se debe hacer la selección de subproductos de acuerdo a la Norma Mexicana NMX-AA-22-1985.

- De las partes que se eliminan del primer cuarteo, se hace la clasificación de subproductos, con el resto se determina el peso volumétrico de los residuos sólidos "in situ", según Norma Mexicana NMX-AA-19-1985.

.

Selección y cuantificación de subproductos de los RSU

Para seleccionar y cuantificar los subproductos se utilizó la NMX-AA-22-1985.

Como primer paso se toma como mínimo 50 Kg, que procede de las áreas del primer "cuarteo" que no serán eliminadas (A y C o B y D), posteriormente se realiza la separación de los subproductos más representativos, luego se coloca en bolsas de polietileno rotuladas con el nombre del tipo de subproducto, para así después pesarlas y registrar los datos que se obtienen.

Para conocer el porcentaje en peso de cada subproducto se realizará un cálculo, el peso del subproducto considerado en kg (descontando el peso de la bolsa) entre el peso total de la muestra (mínimo 50 Kg).

Clasificación de subproductos:

- Papel y cartón
- Vidrio
- Metales
- Plásticos
- Residuos tóxicos
- Residuos orgánicos
- Textil
- Finos
- Pañales desechables
- Residuos sanitarios
- tetrapack

6.2. Peso volumétrico de los Residuos Sólidos Urbanos.

Para conocer el peso volumétrico de los residuos que se obtienen del muestreo se utiliza la Norma Mexicana NMX-AA-19-1985. Este método se lleva a cabo en el lugar donde se realiza el “cuarteo”.

Para calcular el peso volumétrico se emplea un tambo de plástico, el cual tendrá un volumen de 1 m^3 , palas para el llenado del tambo, guantes de carnaza, y una báscula de piso. Para continuar con el estudio se pesa el recipiente vacío, tomando ese peso como la tara del recipiente, posteriormente se llena el recipiente hasta el tope con residuos sólidos homogeneizados, obtenidos de las partes eliminadas (A y C o B y D) del primer cuarteo según la Norma Mexicana NMX-AA-15, ya llenado el tambo se golpea el recipiente dejándolo caer de una altura de 10 cm aproximadamente, esto se realiza tres veces.

Nuevamente se agrega residuos sólidos hasta el tope, teniendo cuidado de no presionar al colocarlos en el recipiente; esto con el fin de no alterar el peso volumétrico que se pretende determinar.

Se debe tener cuidado de vaciar dentro del recipiente todo el residuo, sin descartar los finos. Para obtener el peso neto de los residuos sólidos, se pasa el recipiente con estos y se resta el valor de la tara.

Por último se realiza un cálculo para conocer el peso volumétrico del residuo sólido (kg/m^3), que es el peso de los residuos sólidos (peso bruto menos tara), en kg, sobre el volumen del tambo utilizado (m^3).

6.3. Obtención de generación per-cápita de los Residuos Sólidos Urbanos

Este parámetro se obtiene con base en la generación promedio de residuos sólidos por habitante, medido en $\text{kg}/\text{hab-día}$, 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 realiza con base a la Norma Mexicana

NMX-AA- 061-1985, y también nos apoyamos de una entrevista realizada a los habitantes para conocer el número de personas por vivienda.

De los datos obtenidos de las casas habitación 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 no domiciliarios para obtener la generación total per-cápita de RSU.

6.4. Proyección a 20 años de los RSU.

Para poder realizar la proyección se necesita la generación per cápita, la cual se obtiene con ayuda de una entrevista y siguiendo la Norma Mexicana NMX-AA-61-1985, así como también es necesario conocer el peso volumétrico siguiendo la Norma Mexicana NMX- AA-19-1985.

VII. Resultados

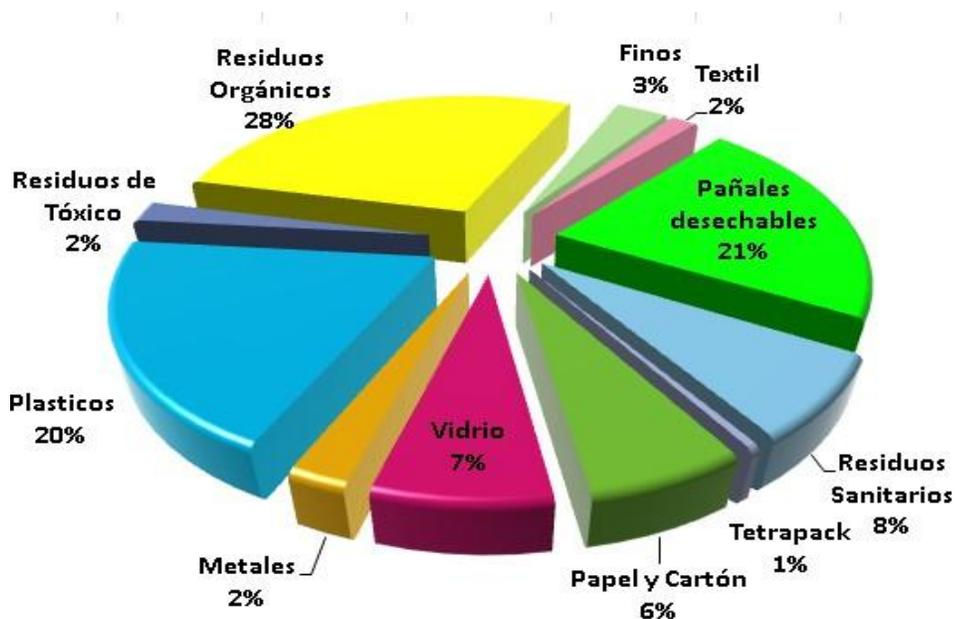
Determinación de Residuos Sólidos Urbanos

Conforme a la generación de los resultados obtenidos de campo se procedió a realizar la determinación de los residuos con base a la metodología empleada, por ello se utilizaron las normas en materia de residuos sólidos para el estudio.

7.1. Caracterización de los RSU

Es necesario conocer los tipos de residuos que se generan para un manejo adecuado, o disponer de ellas para su reutilización, es por ello, que se obtuvo la generación de subproductos, sacando los datos obtenidos por porcentaje (ver tablas en anexo 1).

Gráfica 1. Promedio en porcentajes de los subproductos



En cuanto a su composición, los RSU también han cambiado de manera importante en las últimas décadas en el país. En general, la composición depende, entre otros factores, de los patrones de consumo de la población: países con menores ingresos producen menos residuos, dentro de los cuáles dominan los de composición orgánica, mientras que en los países con mayores ingresos, los residuos son mayormente inorgánicos a partir de

productos manufacturados y con un porcentaje mayor de productos y desechos (BID-OPS, 1997).

Por lo que se refiere a la composición de los residuos sólidos urbanos que se genera en Chiapas, el 49.91% son residuos alimenticios y de jardinería, el 11.3% son Plástico y PET, el 8.12% es Papel y Cartón, el 3.85% es vidrio, el 3.32 % es metal y el restante 23.49% lo constituyen otros materiales como son pañales, textil, uncel, fibras, etc.(SEMAHN,2013)

En esta gráfica se puede ver claramente que el 28% de subproductos generados corresponde a los residuos orgánicos, el 21% corresponde a pañales desechables, el 20% a plásticos y el 8% corresponde a residuos sanitarios, siendo los residuos más abundantes generados por este estudio, y lo demás corresponde a la generación papel y cartón, finos, vidrio, etc. La composición de los RSU varía debido a que Francisco I. Madero es una comunidad rural y no una zona metropolitana, no obstante, en este tipo de zonas se maneja un solo estrato (estrato bajo) a diferencia a otras zonas en las cuales se pueden manejar dos o tres estratos.

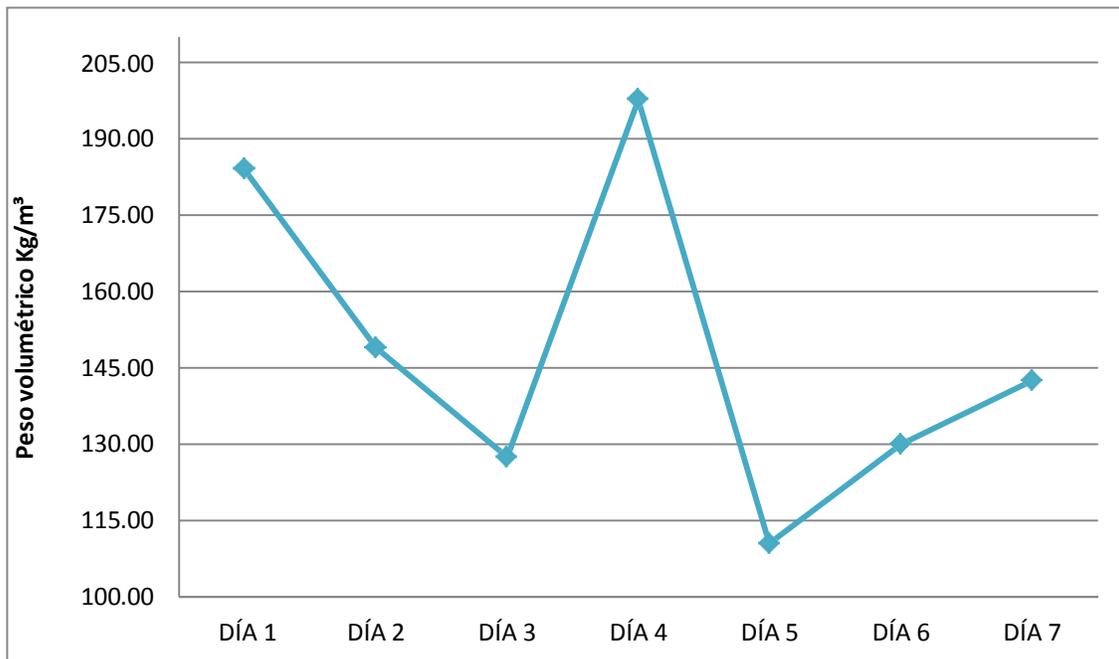
7.2. Peso volumétrico de los RSU

El peso volumétrico es muy importante determinarlo para que a futuro se realicen diseños de contenedores y áreas de almacenamiento para las fuentes generadoras y para tratar de mejor manera los residuos, para que no puedan ocasionar daños al ambiente y a la salud pública.

La generación de RSU va a variar dependiendo la localidad, para la Sedesol, las zonas metropolitanas son las ciudades integradas por más de un municipio con una población mayor a 1 000 000 de habitantes. Las ciudades medias corresponden a todas aquellas que forman una parte del “Programa 100 ciudades” y las incluidas en los planes estratégicos de los gobiernos de los estados. Las ciudades pequeñas son aquellas mayores a 15 000 habitantes y no incluidas en las denominadas 100 ciudades y, finalmente, las localidades rurales o semiurbanas corresponden a las que tienen una población menor a 15 000 habitantes. Existe una gran relación entre población y generación de RSU, cabe destacar que Francisco I. Madero es una localidad rural ya que cuenta con 1444 habitantes

(INEGI, 2010) por lo tanto la generación de RSU será menor que en una zona metropolitana.

Gráfica 2. En la siguiente gráfica se muestra el peso volumétrico de los residuos por día.



Se puede apreciar en la gráfica que el valor del peso volumétrico se encuentran muy dispersos, se debe tener en cuenta que el peso volumétrico in situ es un factor importante a considerar en la selección de alternativas de manejo de los RSM. Los residuos sin compactar depende en gran medida del contenido de materia orgánica y su grado de humedad (INE-SEMARNAP, 1999) sin embargo notamos que el peso volumétrico más alto es de 197.75 kg/m³ y el más bajo 110.5 kg/m³, Los resultados del día 4 se deben precisamente a que la materia orgánica y los pañales predominaron más ya que estos contienen alta densidad, además en dicho día se generó más vidrio que otros días.

En la siguiente tabla se muestra el peso volumétrico diario y promedio.

Tabla 11. Peso volumétrico diario y promedio

Determinación del peso volumétrico in-situ de los residuos sólidos urbanos							
Localidad de procedencia	Francisco I. Madero						
Días de muestreo	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes
Condiciones climáticas	TEMPLADO	TEMPLADO	LLUVIOSO	CALUROSO	LLUVIOSO	CALUROSO	LLUVIOSO
Hora de inicio	09:00 a.m.	012:30 a.m.	10:00 a.m.	01:00 p.m.	10:00 a.m.	01:15 p.m.	11:15 a.m.
Peso de residuo+recipiente kg	46	37	32.7	46.75	29.3	33.2	35.7
Tara del recipiente, kg	9.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2
Volumen del recipiente, m ³	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Peso de residuos, kg							
Determinación de peso volumétrico diario y promedio							
Peso volumétrico, Kg/m ³	184	149	127.5	197.75	110.5	130	142.5
Peso volumétrico	148.75						

o promedio	
------------	--

En la tabla se puede observar que hubo días lluviosos, se puede percibir que al día siguiente sube el peso volumétrico, esto puede ser por que en algunas casas los residuos se pudieron haber mojado y esto incrementa el peso.

El peso volumétrico promedio fue de 148.75 kg/m³ esto es similar con la generación de pesos volumétricos promedio encontrados en nuestro país dentro del manual de gestión integral de residuos sólidos para la fuente de residuos domésticos (180-200 kg/m³).

7.3. Determinación de la generación per cápita

Para determinar la generación de los residuos fue necesario sacar la generación per cápita de cada una de las muestras tomadas en el estudio, lo cual se muestra en anexo 1.

El muestreo se realizó con 70 casas de las cuales se eliminaron 5 por que las personas no entregaban todos los días sus residuos, las 65 casas muestreadas equivalen a un 90% de confiabilidad, con un promedio de generación por casa habitación de 0.874 Kg/hab/día.

La generación per cápita de Francisco I. Madero se encuentra en la siguiente tabla.

Tabla 111. Tabla de generación per cápita

Generación per cápita Kg/hab/día
0.205

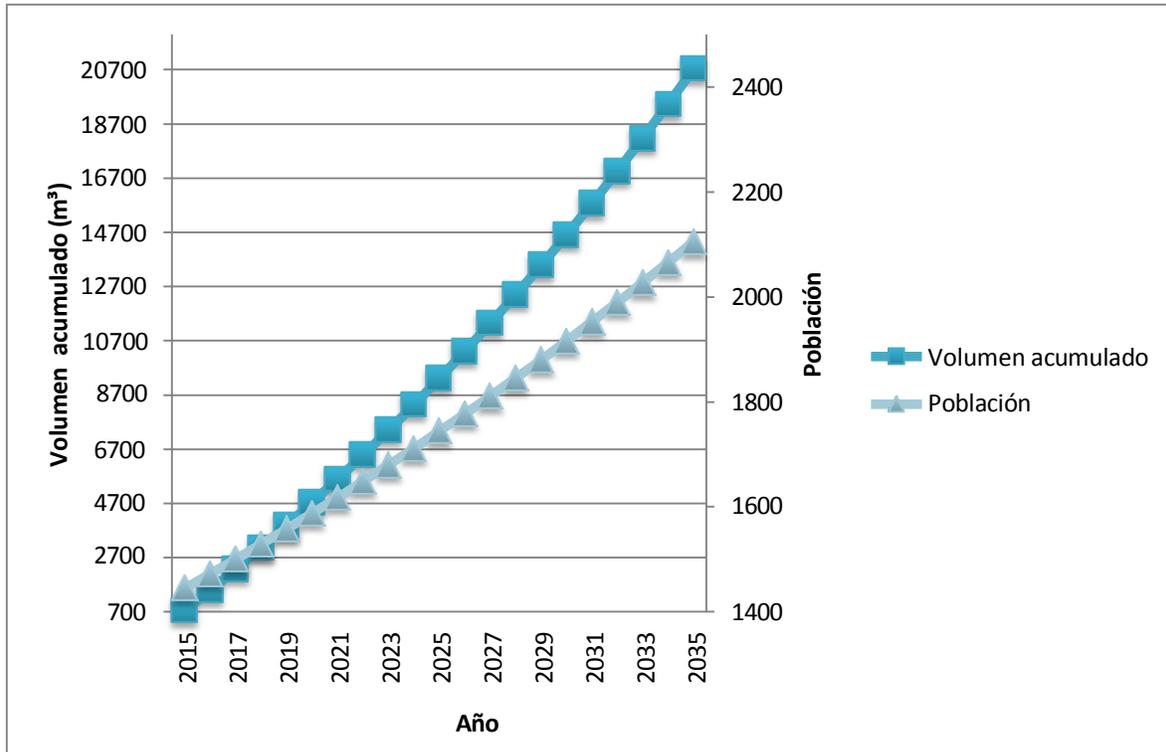
La desviación estándar es de .125 kg/hab/día y el tamaño real de la muestra es 7.278 el cual es válido ya que es menor que la premuestra.

Entre las entidades federativas y ciertas regiones del país, la generación per cápita muestra diferencias importantes, resultado básicamente de la influencia de factores culturales, niveles de ingreso y grado de urbanismo, entre otros (SEMARNAT, 2011)

De acuerdo a los datos obtenidos en el estudio, la generación per-cápita de Francisco I. Madero, en comparación con otras comunidades del país, donde se han realizado estudios de este tipo, varían conforme a la población del lugar, y el estilo de vida de cada zona , por lo cual a nivel nacional, de acuerdo a la división política, la mayor generación per-cápita en la República Mexicana, se concentra en la zona centro, mientras tanto en el sureste, el rango de generación es de 0.5-0.7 kg/hab/día (SEMARNAT, 2004), no obstante, el resultado obtenido es confiable debido a que es una zona rural y se manejó solo un estrato socioeconómico.

7.4. Proyección a 20 años de los RSU

Gráfica 3. Proyección a 20 años.



El estado está constituido por 122 municipios distribuidos en 15 regiones con características económicas, sociales, políticas y ambientales muy diversas, en lo que a generación se refiere existen municipios como Sunuapa que generan menos de 2 toneladas al día de residuos y otros como Tuxtla Gutiérrez que genera más de 500 toneladas al día (SEMAHN, 2013).

La generación de residuos sólidos es un índice que varía de acuerdo a las condiciones de vida de la población y a la cantidad de ésta, con base a los resultados obtenidos en la gráfica anterior, en donde se realizó la proyección de la población y la generación para los siguientes 20 años, se tomó en cuenta el valor obtenido de GPC que fue 0.205 (kg/hab-día), el peso volumétrico de 148.75 kg/m³, una tasa de crecimiento anual de 1.9% (INEGI, 2010) y un IGPC del 1%

(ver anexo 3). Los datos calculados son muy útiles ya que mediante este se puede realizar el diseño de los sistemas de manejo y disposición final de los residuos de la localidad.

Es importante mencionar que en una localidad rural o semiurbana la generación de RSU variará poco con el paso de los años, a diferencia a una zona metropolitana o ciudades medianas en donde la generación de RSU incrementa considerablemente con el paso de los años. Esto dependerá de muchos factores, como ya se había mencionado antes, como estilo de vida de los habitantes, la cantidad de pobladores, la cultura, la actividad productiva, entre otras cosas.

VIII. Conclusiones

Se caracterizó un total de 65 muestras en la localidad Francisco I. Madero municipio de Cintalapa, en el cual se tomó sólo un estrato socioeconómico (estrato bajo), el estudio se comenzó el día 12 de enero del 2015 y terminó el 20 de enero del 2015, tuvo una duración de 9 días en el cual se realizó una encuesta a los habitantes, así como también se hizo un descacharramiento para obtener resultados reales en cuanto a la generación de residuos por casa habitación.

La generación de RSU nos afecta directamente, ya que es un foco de infección para los seres humanos, es importante conocer las cantidades y las características de los residuos que generamos para poder darles un tratamiento adecuado, y así poder promover la separación de los residuos en el origen para su recuperación, entre otras actividades, empero, la relación de este cambio en una sociedad moderna resulta ser muy complicado.

Cabe mencionar que la mayoría de los hogares en Francisco I. Madero obtienen su sostén de la agricultura, y buena parte de la población dependen también del ingreso obtenido por medio del programa gubernamental denominado “Oportunidades”, que proporciona la SEDESOL, así como el Programa de apoyo alimentario, (desayunos escolares) a cargo de la SEP y la SSA. Así, la generación diaria de residuos está asociada no solo a los cambios en los patrones de consumo, sino también a las actividades productivas, comerciales y de servicios que se desarrollan en la región

En cuanto al análisis realizado se concluye que la mayor parte de los residuos sólidos generados en esta localidad están compuestos de desechos orgánicos (28.14%), el cual podría servir de materia prima en procesos de compostaje y lombricultura. Algunos habitantes de las casas muestreadas dijeron que separan su basura en componentes orgánicos e inorgánicos; las razones por las cuales separan la basura, es aprovechar la parte orgánica para alimentar a sus animales, o como fertilizante para sus plantas. Es importante mencionar que estos usos y costumbres del manejo tradicional de los residuos sólidos urbanos, pueden ser una estrategia de manejo sustentable de los residuos sólidos en comunidades rurales con baja cobertura y frecuencia del servicio de recolección. Se pueden implementar

métodos como el composteo, para aprovechar al máximo la materia orgánica, con esto disminuyendo la generación de residuos y facilitando su disposición.

Los residuos sanitarios obtuvieron un 7.62% ya que las personas de dicha comunidad tienden a quemar sus residuos sólidos sanitarios ya que están conscientes del riesgo asociado a la salud, además de que hay pobladores que no cuentan con un baño.

Componentes como papel y cartón (6.32%), metales (2.4%), vidrio (7.08%), plásticos (19.6%), podrían ser reciclados con el fin de reducir el total de residuos generados. La generación per cápita es de 0.205 kg/hab/día, el cual nos muestra una cantidad baja debido al estilo de vida que tiene la gente.

El peso volumétrico promedio fue de 148.75 kg/m³ esto es similar con la generación de pesos volumétricos promedio encontrados en nuestro país dentro del manual de gestión integral de residuos sólidos para la fuente de residuos domésticos (180-200 kg/m³). Obteniendo este dato se realizó una proyección a 20 años, el cual el volumen acumulado en el 2035 con una población de 2104 es de 20699.56 m³ de RSU.

Con este dato podemos diseñar un relleno sanitario adecuado para la comunidad de Francisco

I. Madero siguiendo la normatividad aplicable, además de buscar alternativas para la reducción de los residuos sólidos urbanos.

IX. Recomendaciones

- ✓ Implementar un relleno sanitario manual e incentivar a la población al cuidado de la misma.
- ✓ Realizar continuamente campañas y actividades de sensibilización y educación ambiental formal e informal, esto con el objetivo de minimizar la cantidad de residuos sólidos urbanos producidos y maximizar la recuperación de los residuos generados.
- ✓ Integrar más al sector académico como apoyo en las actividades de gestión de residuos.
- ✓ Proponer un sistema de participación comunitaria.
- ✓ Implementar una planta piloto de compostaje por parte de la municipalidad de Francisco I. Madero, en donde los pobladores entreguen los residuos orgánicos generados.
- ✓ Efectuar contratos con Empresas Comercializadoras de Residuos Sólidos, específicamente de los residuos altamente reciclables (PET, vidrios, latas, etc.), a fin de obtener beneficios económicos.
- ✓ Informar a los pobladores acerca de los impactos negativos en la salud y medio ambiente por la inadecuada disposición de los residuos.

X. Bibliografía

- Baqueiro E. (2010). Introducción al Derecho Ecológico, Segunda Edición. OXFORD. México
- Bautista C. (1998), Residuos Guía Técnico-Jurídica, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/chis/territorio/default.aspx?tema=me&e=07>
- http://www.ambiente.gob.ar/observatorios/informacion_general/glosario.html
- <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/resisoli/mexico/03364e14.pdf>
(consulta do el 20 de noviembre del 2014)
- http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lpggir/LGPGIR_ref07_19mar14.pdf (Consultado el 20 de noviembre del 2014)
- <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM07chiapas/municipios/07017a.html>
- <http://www.inegi.org.mx/> (2010-2011)
- <http://www.sedesol.gob.mx/> (2012)
- JIMÉNEZ Cisneros, Blanca E. (2001) La contaminación ambiental en México: causas, efectos y tecnología apropiada. Limusa. México.
- LIU H. F., David y Liptak, G. Béla. Hazardous Waste and Solid Waste. Lewis Publishers. U.S.A., 2000.
- NMX-AA-15-1985
- NMX-AA-19-1985
- NMX-AA-22-1985
- NMX-AA-61-1985
- NOM-083-SEMARNAT-2003
- Rivera G. (2005), Diagnóstico de la problemática de los Residuos Sólidos Urbanos en el municipio de Ciudad Ixtepec, Oaxaca. Universidad del Mar. Puerto Ángel, Oaxaca.
- Semarnat. Bases para Legislar la Prevención y Gestión Integral de Residuos.

México. 2006.

- Semarnat. Indicadores Básicos del Desempeño Ambiental de México 2005. México. 2006.
- TCHOBANOGLIOUS, George, Thiesen Hilary y VIGIL Samuel. Gestión Integral de Residuos Sólidos. Volumen I. McGraw Hill / Interamericana de España, S.A. España, 1994.

XI. ANEXOS

ANEXO 1

Tabla 13. Valores promedio de generación per cápita ordenados de menor a mayor.

No. De Cas a	No. De habitant es	Generación (Kg o g)								
		DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7	PROMED IO	GPC
54	4	0.000	0.050	0.100	0.250	0.000	0.300	0.250	0.136	0.034
59	1 1	0.290	0.200	0.450	0.500	0.300	0.500	0.375	0.374	0.034
51	4	0.000	0.450	0.100	0.275	0.000	0.375	0.350	0.221	0.055
8	6	1.100	0.360	0.300	0.150	0.000	0.300	0.300	0.359	0.060
16	7	0.000	1.300	0.000	0.500	0.300	0.500	0.370	0.424	0.061
14	5	0.100	0.000	0.000	0.200	0.870	0.650	0.450	0.324	0.065
7	2	0.410	0.150	0.000	0.000	0.175	0.200	0.100	0.148	0.074
70	3	0.000	0.200	0.075	0.175	0.800	0.300	0.250	0.257	0.086
64	4	0.680	0.300	0.300	0.350	0.100	0.300	0.375	0.344	0.086
15	5	0.110	0.080	0.550	0.375	1.050	0.475	0.375	0.431	0.086
58	4	1.030	0.000	0.075	0.000	0.450	0.375	0.500	0.347	0.087

42	4	0.000	0.410	0.250	0.500	0.425	0.500	0.375	0.351	0.088
56	5	0.000	0.000	0.000	1.200	0.475	0.800	0.750	0.461	0.092
55	3	0.060	0.550	0.000	0.600	0.000	0.400	0.400	0.287	0.096
63	5	0.500	0.570	0.075	0.425	1.100	0.550	0.500	0.531	0.106
65	1 6	1.060	2.500	1.075	3.100	1.000	1.400	1.975	1.730	0.108
9	5	0.700	1.250	0.425	0.000	0.000	0.650	0.800	0.546	0.109
52	4	0.000	1.000	0.000	0.225	1.150	0.550	0.300	0.461	0.115
10	6	0.000	2.350	0.000	0.450	0.000	1.100	1.100	0.714	0.119
44	4	0.500	0.760	0.475	0.750	0.000	0.475	0.400	0.480	0.120
29	5	0.000	1.000	1.030	0.625	0.150	0.700	0.800	0.615	0.123
24	4	0.000	0.650	0.000	0.000	1.925	0.475	0.500	0.507	0.127
23	3	0.600	0.050	0.525	0.275	0.450	0.275	0.500	0.382	0.127
3	5	0.440	0.450	0.200	1.700	0.725	0.450	0.550	0.645	0.129
36	7	0.000	0.650	0.000	2.550	0.875	1.000	1.300	0.911	0.130
43	5	0.000	0.000	1.250	0.000	1.350	1.050	1.050	0.671	0.130

											4
69	5	1.050	0.050	0.000	1.625	0.725	0.875	0.600	0.704		0.14
											1
32	2	0.200	0.950	0.000	0.100	0.500	0.300	0.075	0.304		0.15
											2
66	6	0.880	2.370	0.750	0.675	0.325	0.675	0.700	0.911		0.15
											2
13	2	1.900	0.000	0.000	0.100	0.000	0.150	0.075	0.318		0.15
											9
11	6	0.000	3.550	1.000	0.000	0.000	1.225	1.000	0.968		0.16
											1
22	5	0.610	0.825	0.750	0.500	1.275	1.000	0.900	0.837		0.16
											7
35	4	0.800	0.850	0.400	0.850	0.350	0.700	0.750	0.671		0.16
											8
49	5	1.800	0.750	0.775	1.050	0.000	0.900	0.700	0.854		0.17
											1
21	8	2.100	0.100	2.120	1.000	0.825	2.275	1.950	1.481		0.18
											5

28	2	0.360	0.300	0.500	0.550	0.575	0.375	0.275	0.419		0.210
25	7	0.810	1.900	1.025	3.600	0.600	1.200	1.500	1.519		0.217
4	5	3.400	1.420	0.000	0.250	1.375	0.650	0.750	1.121		0.224
37	3	0.300	0.250	0.850	1.650	0.800	0.500	0.400	0.679		0.226
48	2	0.000	1.650	0.375	0.400	0.175	0.200	0.400	0.457		0.229
30	6	3.800	1.300	0.625	2.325	0.100	1.000	0.500	1.379		0.230
67	8	2.920	1.050	1.400	2.500	1.950	1.875	1.850	1.935		0.242
39	4	0.000	0.700	1.500	1.225	1.200	1.100	1.150	0.982		0.246
31	5	1.650	1.530	0.850	2.750	0.000	1.200	1.050	1.290		0.258

5	7	2.960	1.500	2.175	1.575	1.725	1.250	1.575	1.823	0.260
68	4	1.250	0.430	1.050	0.475	2.075	1.100	1.000	1.054	0.264
38	6	0.000	3.000	0.000	2.750	1.800	2.000	1.675	1.604	0.267
46	5	0.000	0.580	2.000	3.200	0.000	2.500	1.200	1.354	0.271
33	5	2.420	1.100	3.925	0.000	0.200	1.175	0.800	1.374	0.275
57	4	2.200	0.800	0.600	1.200	1.175	0.875	0.900	1.107	0.277
61	2	0.110	0.485	0.150	1.125	0.800	0.500	0.750	0.560	0.280
2	4	0.610	3.700	0.825	0.325	0.750	0.950	0.800	1.137	0.284
62	3	1.350	2.900	0.225	0.250	0.675	0.300	0.325	0.861	0.287
41	4	0.790	2.500	1.100	0.650	1.350	1.300	0.975	1.238	0.309
40	4	0.550	3.450	0.000	2.450	0.000	1.300	1.100	1.264	0.316
1	3	1.800	0.900	0.675	0.700	0.825	1.000	0.800	0.957	0.319
60	2	0.200	0.310	2.175	0.775	0.400	0.250	0.375	0.641	0.320
34	2	1.160	0.630	0.950	0.550	0.850	0.450	0.725	0.759	0.380
12	4	0.000	0.150	1.750	6.400	1.100	0.975	0.875	1.607	0.402
47	5	1.800	5.450	0.900	1.650	1.800	1.500	1.200	2.043	0.409
27	6	1.500	3.930	2.225	4.450	1.800	1.670	2.225	2.543	0.424
50	5	3.200	2.350	1.475	1.800	2.500	2.300	1.600	2.175	0.435
18	2	0.000	0.000	0.925	4.200	0.350	0.300	0.500	0.896	0.448
20	1	0.800	2.050	0.000	0.350	0.000	0.425	0.300	0.561	0.561
26	3	3.900	1.800	0.000	2.250	1.100	1.900	1.375	1.761	0.587
									Promedi	0.206
									o	

Promedio por casa habitación: 0.874

Tabla 124. Promedios de los subproductos obtenidos en el estudio, en kilogramos.

Promedio de la generación de subproductos en kg								
FECHA:	14- ene- 15	15- ene- 15	16- ene- 15	17- ene- 15	18- ene- 15	19- ene- 15	20- ene- 15	Promedi o
SUBPRODUCTO	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7	
Papel y Cartón	1.100	1.250	1.100	3.750	1.825	1.000	1.350	11.375
Vidrio	3.100	9.250	0.200	3.200	0.075	0.975	0.360	17.160
Metales	1.480	1.060	0.150	0.350	0.975	0.500	0.162	4.677
Plásticos	3.310	6.250	4.575	4.150	3.150	4.125	6.840	32.400
Residuos de Tóxico	0.890	0.060	0.550	0.025	0.400	0.625	0.486	3.036
Residuos Orgánicos	7.000	12.30 0	3.650	10.35 0	7.875	8.350	3.960	53.485
Finos	0.500	0.750	0.850	1.350	0.900	0.525	0.774	5.649
Textil	0.600	0.180	0.050	1.350	0.050	1.050	0.090	3.370
Pañales desechables	6.300	10.20 0	2.200	8.550	6.125	5.775	2.592	41.742
Residuos Sanitarios	3.200	1.350	1.250	1.650	2.350	2.000	1.350	13.150
Tetrapack	0.000	0.100	0.050	0.400	0.200	0.075	0.036	0.861

A continuación se muestra una tabla de la selección y cuantificación de los subproductos encontrados en los RSU en porcentaje

Tabla 15. Promedio en porcentaje de la clasificación de subproductos.

Generación en porcentaje de subproductos %								
FECHA:	14- ene- 15	15- ene- 15	16- ene- 15	17- ene- 15	18- ene- 15	19- ene- 15	20- ene- 15	Prome

SUBPRODUCTO	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7	di o
Papel y Cartón	4.003	2.924	7.521	10.676	7.628	4.000	7.500	6.322
Vidrio	11.281	21.637	1.368	9.110	0.313	3.900	2.000	7.087
Metales	5.386	2.480	1.026	0.996	4.075	2.000	0.900	2.409
Plásticos	12.045	14.620	31.282	11.815	13.166	16.500	38.000	19.633
Residuos de Tóxico	3.239	0.140	3.761	0.071	1.672	2.500	2.700	2.012
Residuos Orgánicos	25.473	28.772	24.957	29.466	32.915	33.400	22.000	28.140
Finos	1.820	1.754	5.812	3.843	3.762	2.100	4.300	3.342
Textil	2.183	0.421	0.342	3.843	0.209	4.200	0.500	1.671
Pañales desechables	22.926	23.860	15.043	24.342	25.601	23.100	14.400	21.325
Residuos Sanitarios	11.645	3.158	8.547	4.698	9.822	8.000	7.500	7.624
Tetrapack	0.000	0.234	0.342	1.139	0.836	0.300	0.200	0.436
total	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000

ANEXO 2

Análisis de rechazo, desviación estándar y tamaño real de muestra.

- Análisis de rechazo.

Se observa a continuación el análisis de rechazo, para determinar si deben rechazarse o aceptarse las observaciones sospechosas. Se aplicó el “ Criterio de Dixon “ tal y como lo marca la norma NMX-AA-061-1985; dicho criterio consiste en establecer los intervalos de sospecha tanto en la cola inferior como en la cola superior del conjunto de valores ordenados, para posteriormente calcular el estadístico “r”, aplicando las siguientes consideraciones:

- Cuando se sospecha del valor máximo de la premuestra (Cola superior).

–

- Cuando se sospecha del valor mínimo de la premuestra (Cola inferior).

–

Dónde:

n = Número de observaciones o elemento

mayor. 1 = El elemento menor.

$i = n - (j-1)$.

j = Elemento del muestreo que define el límite inferior del intervalo de sospecha en la cola superior de los datos ya ordenados.

Teniendo calculados los estadísticos “ r ” de los valores sospechosos en ambas colas, se determina el valor estadístico permisible $r_{22} = (1-\alpha/2)$, empleando la tabla de percentiles máximos; para el nivel de confianza y el número de observaciones específicas al problema de que se trate.

La decisión de aceptar o rechazar la observación sospechosa dependerá de la comparación del valor estadístico “ r ” con el estadístico permisible, de acuerdo con el siguiente criterio:

Si $r > r_{22} = (1-\alpha/2)$: Se rechaza la observación sospechosa. Si $r < r_{22} = (1-\alpha/2)$: Se acepta la observación sospechosa.

De acuerdo a lo descrito, el análisis de rechazo de observaciones sospechosas se muestra a continuación.

$n = 65$ elementos (Número de viviendas muestreadas)

Del presente análisis se tiene los siguientes valores sospechosos tanto de la cola inferior como superior.

Tabla 16. Elementos sospechosos

ELEMENTOS SOSPECHOSOS	
COLA	COL

A	
INFERIOR	SUPERIOR
0.03 4	0.424
0.03 4	0.435
0.05 5	0.448
0.06 0	0.561
0.06 1	0.587

Datos:

Xn:

0.587

X1: 0.034

Xj: 0.061

Xi: 0.424

Sustituyendo valores para la cola inferior:

Sustituyendo valores para la cola superior:

El valor estadístico permisible, correspondiente a una confiabilidad del 90 % y 65 elementos, se obtiene de la tabla de rechazo de observaciones.

Percentil máximo $(1 - \alpha/2) = 1 - (0.20/2) = 0.90$

Estadístico (r_{22} para más de 25 observaciones) $r_{22}(0.90) = 0.360$

Comparando el valor anterior con los estadísticos “r” de los elementos sospechosos de la cola inferior:

Se aceptan todas las observaciones sospechosas, cumpliendo con el criterio $r < r_{22}(0.90)$, ya que $r_{calculada} = 0.069$ es menor que $r_{22} = 0.360$.

Sustituyendo valores para el análisis de la cola superior:

$r < r_{22}(0.90)$; ya que $r_{calculada} = 0.309$ es menor a $r_{22} = 0.360$, por lo tanto se acepta.

- Cálculo de la media aritmética y desviación estándar.

Tabla 17. Datos Calculados previamente para obtener la media aritmética y la desviación estándar.

n	X_i	\bar{x}	$X_i - \bar{x}$	$(X_i - \bar{x})^2$
4	0.034	0.2056	-0.1716	0.0295
11	0.034	0.2056	-0.1716	0.0294
4	0.055	0.2056	-0.1502	0.0226
6	0.060	0.2056	-0.1458	0.0213
7	0.061	0.2056	-0.1450	0.0210
5	0.065	0.2056	-0.1407	0.0198
2	0.074	0.2056	-0.1316	0.0173
3	0.086	0.2056	-0.1199	0.0144
4	0.086	0.2056	-0.1197	0.0143
5	0.086	0.2056	-0.1194	0.0143
4	0.087	0.2056	-0.1188	0.0141
4	0.088	0.2056	-0.1177	0.0139
5	0.092	0.2056	-0.1134	0.0129
3	0.096	0.2056	-0.1099	0.0121
5	0.106	0.2056	-0.0993	0.0099
16	0.108	0.2056	-0.0974	0.0095
5	0.109	0.2056	-0.0963	0.0093
4	0.115	0.2056	-0.0904	0.0082
6	0.119	0.2056	-0.0865	0.0075
4	0.120	0.2056	-0.0856	0.0073
5	0.123	0.2056	-0.0826	0.0068
4	0.127	0.2056	-0.0788	0.0062
3	0.127	0.2056	-0.0782	0.0061

5	0.129	0.2056	-0.0766	0.0059
7	0.130	0.2056	-0.0755	0.0057
5	0.134	0.2056	-0.0713	0.0051
5	0.141	0.2056	-0.0649	0.0042
2	0.152	0.2056	-0.0538	0.0029
6	0.152	0.2056	-0.0538	0.0029
2	0.159	0.2056	-0.0466	0.0022
6	0.161	0.2056	-0.0443	0.0020
5	0.167	0.2056	-0.0381	0.0015
4	0.168	0.2056	-0.0377	0.0014
5	0.171	0.2056	-0.0349	0.0012
8	0.185	0.2056	-0.0204	0.0004
2	0.210	0.2056	0.0041	0.0000
7	0.217	0.2056	0.0115	0.0001
5	0.224	0.2056	0.0186	0.0003
3	0.226	0.2056	0.0206	0.0004
2	0.229	0.2056	0.0230	0.0005
6	0.230	0.2056	0.0242	0.0006
8	0.242	0.2056	0.0363	0.0013
4	0.246	0.2056	0.0400	0.0016
5	0.258	0.2056	0.0524	0.0027
7	0.260	0.2056	0.0548	0.0030
4	0.264	0.2056	0.0580	0.0034
6	0.267	0.2056	0.0617	0.0038
5	0.271	0.2056	0.0653	0.0043
5	0.275	0.2056	0.0693	0.0048
4	0.277	0.2056	0.0712	0.0051
2	0.280	0.2056	0.0744	0.0055

4	0.284	0.2056	0.0787	0.0062
3	0.287	0.2056	0.0813	0.0066
4	0.309	0.2056	0.1039	0.0108
4	0.316	0.2056	0.1105	0.0122
3	0.319	0.2056	0.1135	0.0129
2	0.320	0.2056	0.1148	0.0132
2	0.380	0.2056	0.1741	0.0303
4	0.402	0.2056	0.1962	0.0385
5	0.409	0.2056	0.2030	0.0412
6	0.424	0.2056	0.2182	0.0476
5	0.435	0.2056	0.2294	0.0526
2	0.448	0.2056	0.2426	0.0589
1	0.561	0.2056	0.3551	0.1261
3	0.587	0.2056	0.3813	0.1454
Tota I	13.362		Total	1.0029

Después de haber realizado el análisis de rechazo de las observaciones sospechosas, se efectuó un análisis estadístico de los 65 elementos, para obtener la media de la generación per-cápita y la desviación estándar. Para ello se aplicaron las siguientes fórmulas:

$$\text{Media aritmética} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

Dónde:

X_i : Valores promedio por vivienda de la GPC obtenidos durante el muestreo.

n : total de elementos de la premuestra inicial, después de haber realizado el análisis de rechazo. Sustituyendo valores tenemos que:

$$\frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} = \frac{1000}{65}$$

De esta manera obtenemos la generación per-cápita de residuos sólidos domiciliarios.

Una vez calculada la media aritmética se calcula la desviación estándar, esta se define como raíz cuadrada de la sumatoria de los cuadrados de las diferencias entre los números promedios y su media, dividida por $(n-1)$.

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

- Tamaño real de la muestra.

Una vez obtenidos los valores anteriores, se calculó el tamaño real de la muestra, con base a la desviación estándar muestral y empleando la "t" de Student. La determinación del tamaño real de la muestra, se realiza con la siguiente expresión.

()

Dónde:

n_1 = Tamaño real de la muestra.

E = Para el Error muestral se tomó del intervalo establecido en la Norma el valor de 0.06 kg/hab-día tal

s = Desviación estándar de la premuestra.

t = Percentil de la distribución "t" de Student, correspondiente al nivel de confianza definido por el riesgo empleado en el muestreo.

Interpolación

De acuerdo a Percentiles de Distribución "t", se toman los datos de "t"

60=1.296 y 120=1.289, para llevar acabo la interpolación, y conocer el valor de la premuestra, que este caso es de 65.

$$y = y_1 + (x - x_1) (y_2 - y_1) / (x_2 - x_1)$$

$$y = 1.296 + (65 - 60) (1.289 - 1.296) / (120 - 60)$$

$$y = 1.296 + 5 (-0.007 / 60)$$

$$y = 1.295$$

$$t = 1.295$$

$$E = 0.06 \text{ kg/hab/dia}$$

$$\bar{x} = \text{kg/hab/dia}$$

$$n_1 = ((1.295 * 0.125) / (0.06))^2$$

$$n_1 = 7.278$$

Anexo 3

Tabla 18. Tabla de proyección a 20 años

Generación						
Año	Población	GPC Kg/hab/día	Generación (ton/día)	Generación (m ³ /día)	Generación (m ³ /año)	Volumen Acum (m ³)
2015	1444.00	0.2055	0.297	1.995	728.14	728.14
2016	1471.44	0.2076	0.305	2.053	749.39	1477.53
2017	1499.39	0.2096	0.314	2.113	771.27	2248.80
2018	1527.88	0.2117	0.323	2.175	793.78	3042.59
2019	1556.91	0.2138	0.333	2.238	816.95	3859.54
2020	1586.49	0.2160	0.343	2.304	840.80	4700.34
2021	1616.64	0.2181	0.353	2.371	865.34	5565.68
2022	1647.35	0.2203	0.363	2.440	890.60	6456.28
2023	1678.65	0.2225	0.374	2.511	916.60	7372.88
2024	1710.55	0.2248	0.384	2.585	943.35	8316.24

2025	1743.05	0.2270	0.396	2.660	970.89	9287.13
2026	1776.16	0.2293	0.407	2.738	999.23	10286.36
2027	1809.91	0.2316	0.419	2.818	1028.40	11314.76
2028	1844.30	0.2339	0.431	2.900	1058.42	12373.18
2029	1879.34	0.2362	0.444	2.984	1089.31	13462.49
2030	1915.05	0.2386	0.457	3.072	1121.11	14583.60
2031	1951.44	0.2410	0.470	3.161	1153.84	15737.44
2032	1988.51	0.2434	0.484	3.253	1187.52	16924.95
2033	2026.29	0.2458	0.498	3.348	1222.18	18147.13
2034	2064.79	0.2483	0.513	3.446	1257.85	19404.99
2035	2104.02	0.2507	0.528	3.547	1294.57	20699.56

Fotografías



Figura 7. Selección de las casas



Figura 8. Entrevista a los habitantes de las casas

Muestreadas



Figura 9. Entrevista



Figura 10. Entrega de bolsas para el descacharramiento



Figura 11. Descacharramiento



Figura 22. Entrega de las dos bolsas.



Figura 13. Pesado de cada bolsa por casa



Figura 14. Anotación de los pesos de las bolsas



Figura 15. Recolección de basura



Figura 16. Pesado de la basura



Figura 17. Organización de las bolsas por casa antes de pesar.



Figura 18. Cuarteo