



UNIVERSIDAD DEL NORESTE

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DEL MUNICIPIO DE TUXPAN, VERACRUZ

TESIS DE MAESTRIA

Para obtener el grado de

MAESTRA EN INGENIERÍA AMBIENTAL

Presenta

NOHEMÍ AVELINO RODRÍGUEZ

Tampico, Tamaulipas, México

Septiembre de 2006

RESUMEN

Manejo de los residuos sólidos urbanos del municipio de Tuxpan, Veracruz.
(Septiembre de 2006).

Nohemí Avelino Rodríguez.

Presidente del Comité, MC Pedro Escamilla Ramírez.

México, al igual que muchos países en el mundo, enfrenta grandes retos en el manejo integral de sus residuos sólidos urbanos, debido principalmente, al elevado índice de crecimiento demográfico e industrial del país, al cambio de hábitos de consumo de la población, la elevación de los niveles de bienestar, y la tendencia a abandonar las zonas rurales para concentrarse en los centros urbanos. Existen graves daños provocados al ambiente por el manejo inadecuado de los residuos, entendiéndose como manejo a las diferentes fases del ciclo de vida de los residuos desde que se generan, recolectan, transportan, tratan y disponen en algún sitio. Se identificaron en el área urbana del municipio de Tuxpan, Veracruz (Cabecera Municipal, Alto Lucero y Santiago de la Peña), cada una de estas fases, determinando una generación diaria de 95 toneladas bajo las siguientes características: Materia orgánica (68.400 t), Metal/Latas (7.600 t), Papel y Cartón (6.650 t), otros materiales (5.700 t), Plásticos (3.800 t), Vidrio (2.850 t). Existen cuatro formas de recolección: Parada Fija (más común), de acera, recolección intradomiciliaria y por contenedores. El reciclaje es el único tratamiento que se le da a los residuos sólidos, con una cantidad de 15,180 Kg mensuales, siendo el papel el material mas tratado con una cantidad de 5900 kg, Cartón (3950 Kg), Aluminio (2780 Kg), Fierro (1350 Kg), Pet (780 Kg), Vidrio (420 Kg).

Actualmente la disposición de los residuos se realiza en un sitio denominado basurero a cielo abierto controlado, en espera de que en los próximos meses se reanude la apertura y operación del relleno sanitario ya existente del municipio.

DEDICATORIA.

Ha sido el omnipotente, quien ha permitido que la sabiduría dirija y guíe mis pasos; ha sido el todopoderoso, quien ha iluminado mi sendero cuando más oscuro ha estado; ha sido el creador de todas las cosas, el que me ha dado fuerzas para continuar cuanto a punto he estado de caer. Por ello, con todo el amor y la humildad que de mi corazón puede emanar, dedico primeramente este logro a ti padre mío..... ***Jehová Dios.***

AGRADECIMIENTOS.

A mi madre, porque tu apoyo incondicional esta detrás de cada éxito profesional que voy alcanzando.

A mi hijo Jacob, porque eres la bendición más grande que Jehová me ha podido dar... te amo con todo mi corazón.

A mi abuela y hermanos, por el apoyo que me brindan en todo momento.

A mis sobrinos, porque son parte importante en mi vida.

A mis amigos Edith y José, por su amistad de siempre.

CONTENIDO.

	Página
Resumen.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	iv
Contenido.....	v
Índice de tablas.....	vii
Índice de figuras.....	viii
I. Introducción.....	1
II. Antecedentes.....	3
III. Generalidades.....	6
III.1. Residuo sólido.....	6
III.2. Riesgo asociado al manejo de los residuos sólidos.....	6
III.3. Clasificación de residuos sólidos.....	7
III.4. Clasificación por tipo de manejo.....	8
III.5. Bases jurídicas para la administración de los residuos sólidos.....	9
III.6. Normas relativas a los residuos sólidos municipales.....	11
IV. Hipótesis.....	14

V. Objetivos.....	15
V.1. Objetivo general.....	15
V.2. Objetivos particulares.....	15
VI. Metodología.....	16
VII. Resultados.....	19
VIII. Conclusiones.....	33
IX. Bibliografía.....	34

ÍNDICE DE TABLAS.

	Página
Tablas	
Tabla 1 Normatividad en materia de residuos sólidos municipales	11
Tabla 2 Indicadores demográficos del municipio de Tuxpan	19
Tabla 3 Generación de residuos por nivel socioeconómico	21
Tabla 4 Generación de residuos por tipo de sector	21
Tabla 5 Generación de residuos por localidad urbana	22
Tabla 6 Composición de los residuos sólidos	23
Tabla 7 Composición de residuos sólidos generados por la cabecera municipal	24
Tabla 8 Composición de residuos sólidos generados en la localidad de Alto Lucero	25
Tabla 9 Composición de residuos sólidos generados en la localidad de Santiago de la Peña	26
Tabla 10 Personal en limpia pública	27
Tabla 11 Rutas/horario de recolección	27
Tabla 12 Parque Vehicular	29
Tabla 13 Cantidad de residuos sólidos que se reciclan	30

INDICE DE FIGURAS.

	Página
Figuras	
Figura 1 Mapa del municipio de Tuxpan, Veracruz	17
Figura 2 Generación de residuos por nivel socioeconómico	21
Figura 3 Generación de residuos por localidades urbanas	22
Figura 4 Composición de los residuos sólidos (diarios)	23
Figura 5 Composición de los residuos sólidos (Cabecera Municipal)	24
Figura 6 Composición de los residuos sólidos (Alto Lucero)	25
Figura 7 Composición de los residuos sólidos (Santiago de la Peña)	26
Figura 8 Reciclaje de los residuos sólidos	30

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial y principalmente en los países en vías de desarrollo, la problemática de los Residuos Sólidos Municipales (RSM), conocidos comúnmente como basura, se ha ido incrementando conforme a la tasa de crecimiento poblacional y de los centros urbanos, el desarrollo económico y, paradójicamente, los avances tecnológicos, debido a la gran cantidad de materiales que se utilizan para los empaques y embalajes, así como los materiales utilizados en equipos eléctricos y electrónicos que se desechan sin poderse, en su mayoría, reciclar o integrar nuevamente a la industria. Es por esto que el actual manejo y la disposición final de la basura, se encuentra en una condición límite, en cuanto al papel preponderante que tiene la misma en la contaminación ambiental, y sus implicaciones con la calidad de vida y la salud de la población, conservación del suelo y el agua como recursos naturales prioritarios lo que constituye un asunto de primordial atención a nivel mundial.

En general en México, todos los municipios optan por la disposición de residuos en tiraderos a cielo abierto para el control de sus desechos, ya que ha ofrecido tradicionalmente la opción más fácil y económica para la disposición final de la basura; en este sentido, se considera que los rellenos sanitarios son y seguirán siendo el método necesario para la disposición final de los RS en el país (Careaga, 2000). De acuerdo con diferentes autores, esta situación es, en buena medida, como consecuencia de la escasez de recursos económicos y de asesoría técnica calificada, lo cual imposibilita a las autoridades a establecer estructuras administrativas eficientes para llevar a cabo un manejo adecuado de los desechos sólidos municipales, (Buenrostro, 2001).

El monto de producción diaria de residuos municipales incrementa constantemente, por tanto, plantea un reto para su manejo por parte de los ayuntamientos, los cuales deben establecer programas de recolección, transporte,

tratamiento y disposición final. Sin embargo, el problema mayor tiene que ver con la disposición final inadecuada en basureros o vertederos, instalados en sitios inadecuados y que no cuentan con una infraestructura completa para controlar la contaminación y la consecuente degradación ambiental alrededor de la zona de disposición, lo cual conlleva a un manejo inapropiado de los desechos en las diferentes etapas que puede dar lugar a una serie de riesgos a la salud pública y la contaminación ambiental, (Saldaña, 2003).

II. ANTECEDENTES

Buenrostro (2000), realizó un estudio sobre los residuos sólidos municipales. Clasificación de generadores y modelos de generación potencial.

Durán-Alcaraz (2000), desarrolló una planta de composta y centro de acopio para el manejo de residuos sólidos municipales, en Uruapan, Michoacán.

Rodríguez-Rodríguez (2001), efectuó un estudio referente a la reutilización y reciclaje de materiales de desechos.

Toledo-Soto (2001), generó una investigación sobre la planeación del diseño de un sistema integral para el manejo separado de residuos sólidos municipales.

Sánchez-Jiménez (2001), desarrolló un trabajo sobre el manejo de los residuos sólidos municipales en Zihuatanejo, Guerrero.

Blasco-López (2002), desarrolló un proyecto de inversión para el establecimiento de una planta de reducción de los residuos sólidos municipales con la incorporación de innovaciones tecnológicas, técnicas y procedimientos para su rehúso y reciclaje y la eficiencia en su manejo y disposición final en el municipio de Banderilla, Veracruz.

Basurto-Pensado (2002), efectuó un proyecto referente a Sistema de limpia pública en el municipio de León, Guanajuato.

Vázquez-Vargas (2002), realizó una estadística sobre la generación de residuos sólidos en León, Purísima, Romita, Silao y San Francisco del Rincón, Guanajuato.

Rodriguez-Villeneuve (2003), efectuó un estudio sobre la determinación y evaluación de sitios para la disposición final de residuos sólidos municipales en la reserva de la biosfera El Vizcaíno, Baja California Sur.

Loera-Sandoval (2003), realizó un trabajo sobre la determinación de la generación y composición de los residuos sólidos comerciales de Ciudad Victoria, Tamaulipas.

Navarrete-López (2004), efectuó una evaluación de la generación de la basura en algunos municipios de la región Ciénega de Chapala.

Hernández-Reyes (2004), realizó estudios de generación de residuos sólidos municipales para la construcción del relleno sanitario intermunicipal, Acajete-Amozoc-Tepatlatxco de Hidalgo, en el estado de Puebla.

Mendoza-Chávez (2005), realizó un estudio sobre el saneamiento y elección de sitios para residuos sólidos municipales.

Navarrete-Gatica (2005), desarrolló una investigación sobre la disposición final de residuos sólidos municipales.

Guerrero-Zazueta (2005), desarrollo una tesis sobre el manejo y gestión de los residuos sólidos municipales en la ciudad de Ensenada, Baja California.

Loera-Burnes (2005), realizó un estudio sobre la gestión integral de los residuos sólidos en Sonora. Un estudio comparativo del desempeño de los municipios de Cajeme, Hermosillo y Nogales, Sonora.

Vargas-Marín (2005), desarrolló un trabajo sobre los residuos sólidos municipales como factor de contaminación ambiental a partir de la agenda XXI, el caso de la Ciudad de México en el marco de la cooperación técnica con Japón.

Olivo-Martínez (2005), efectuó un diagnóstico ambiental del manejo de residuos sólidos no peligrosos en la Unidad de Ingeniería y Ciencias Químicas, en la Ciudad de Xalapa, Veracruz.

Murria-Núñez (2005), generó una investigación sobre la evaluación de sitios para la implantación de un vertedero de residuos sólidos urbanos para la costa norte de Nayarit.

Ortiz-Mendoza (2005), realizó un trabajo práctico educativo, denominado Propuesta de un programa de gestión ambiental de residuos sólidos no peligrosos para la Unidad de Ingeniería y Ciencias Químicas zona Xalapa.

III. GENERALIDADES

III.1. RESIDUO SÓLIDO

Los residuos sólidos se definen como aquellos desperdicios que no son transportados por el agua y que han sido desechados porque ya no se van a utilizar. En el caso de los residuos sólidos municipales se aplican términos más específicos a los residuos de alimentos putrescibles (biodegradables), llamados basura, y a los residuos sólidos no putrescibles, los cuales se designan simplemente como desechos. Los desechos incluyen diversos materiales que pueden ser combustibles (papel, plástico, textiles, etc.) o no combustibles (vidrio, metal, etc.).

III.2. RIESGO ASOCIADO AL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

GESTIÓN NEGATIVA:

Enfermedades provocadas por vectores sanitarios: Existen varios vectores sanitarios de gran importancia epidemiológica cuya aparición y permanencia pueden estar relacionados en forma directa con la ejecución inadecuada de alguna de las etapas en el manejo de los residuos sólidos.

Contaminación de aguas: La disposición no apropiada de residuos puede provocar la contaminación de los cursos superficiales y subterráneos de agua, además de contaminar la población que habita en estos medios.

Contaminación atmosférica: El material particulado, el ruido y el olor representan las principales causas de contaminación atmosférica.

Contaminación de suelos: Los suelos pueden ser alterados en su estructura, debido a la acción de los líquidos percolados dejándolos inutilizados por largos períodos de tiempo.

GESTIÓN POSITIVA:

Conservación de recursos: El manejo apropiado de las materias primas, la minimización de residuos, las políticas de reciclaje y el manejo apropiado de residuos traen como uno de sus beneficios principales la conservación y en algunos casos la recuperación de los recursos naturales. Por ejemplo puede recuperarse el material orgánico a través del compostaje.

Reciclaje: Un beneficio directo de una buena gestión lo constituye la recuperación de recursos a través del reciclaje o reutilización de residuos que pueden ser convertidos en materia prima o ser utilizados nuevamente.

III.3. CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

Residuos municipales:

La generación de residuos municipales varía en función de factores culturales asociados a los niveles de ingreso, hábitos de consumo, desarrollo tecnológico y estándares de calidad de vida de la población. El creciente desarrollo de la economía ha traído consigo un considerable aumento en la generación de estos residuos. En la década de los sesentas, la generación de residuos domiciliarios alcanzaba los 0.2 a 0.5 Kg/hb/día; hoy en cambio, esta cifra se sitúa entre los 0.8 y 1.4 Kg/hb/día.

Los sectores de más altos ingresos generan mayores volúmenes per cápita de los residuos, y estos residuos tienen un mayor valor incorporado que los provenientes de sectores más pobres de la población.

Residuos industriales:

La cantidad de residuos que genera una industria es función de la tecnología del proceso productivo, calidad de las materias primas o productos intermedios, propiedades físicas y químicas de las materias auxiliares empleadas, combustibles utilizados y los envases y embalajes del proceso.

Residuos mineros:

Los residuos mineros incluyen los materiales que son removidos para ganar acceso a los minerales y todos los residuos provenientes de los procesos mineros.

Residuos hospitalarios:

Actualmente el manejo de los residuos hospitalarios no es el más apropiado, al no existir un reglamento claro al respecto. El manejo de estos residuos es realizado a nivel de generador y no bajo un sistema descentralizado. A nivel de hospital los residuos son generalmente esterilizados.

III.4. CLASIFICACIÓN POR TIPO DE MANEJO**Residuo peligroso:**

Son residuos que por su naturaleza son inherentemente peligrosos de manejar y/o disponer y pueden causar muerte, enfermedad; o que son peligrosos para la salud o el medio ambiente cuando son manejados en forma inapropiada.

Residuo inerte:

Residuo estable en el tiempo, el cual no producirá efectos ambientales apreciables al interactuar en el medio ambiente.

Residuo no peligroso:

Ninguno de los anteriores

III.5. BASES JURÍDICAS PARA LA ADMINISTRACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

La administración de los residuos sólidos en los municipios viene a ser un complemento del ciclo del servicio de limpia que constitucionalmente corresponde a la autoridad municipal realizarlo, así mismo existe un número reducido de disposiciones jurídicas específicas que respalden su operación y funcionamiento en los tres ámbitos de gobierno, siendo estos ordenamientos los siguientes:

1.1. Nivel Federal.

En este ámbito, es en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en el artículo 115, fracción III, la cual define que los Municipios tendrán a su cargo las funciones y servicios públicos de c) limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos, así mismo, que los municipios previo acuerdo entre sus ayuntamientos, podrán coordinarse y asociarse para la más eficaz prestación de los servicios públicos o el mejor ejercicio de las funciones que les correspondan.

Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, publicada en el Diario Oficial el día 28 de enero de 1988, y modificada por decreto público en el mismo órgano de difusión el 13 de diciembre de 1996 , cuyo artículo 137 dice: 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 final de residuos sólidos municipales. La Secretaría expedirá las normas a que deberán sujetarse los sitios, el diseño, la construcción y la operación de las instalaciones destinadas a la disposición final de residuos sólidos municipales.

Aún cuando la LGEEPA no plantea obligaciones para los generadores de residuos sólidos, dado que esto es competencia de estados y municipios, si faculta a la autoridad federal ambiental para que establezca reglas técnicas para el

almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos municipales..

1.2. Nivel Estatal

En este nivel se encuentra la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Veracruz-Llave, en su Título Tercero, Capítulo I (del Municipio), Artículo 71, que establece como ley XI: Los ayuntamientos tendrán a su cargo las siguientes funciones y servicios municipales: c) Limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos;

1.3. Nivel Municipal

En este ámbito de gobierno, el H. Ayuntamiento Municipal de Tuxpan, Veracruz, mantiene en vigencia el Reglamento Municipal de Limpia Pública para el periodo 2005-2007, que en su Capítulo I, (Disposiciones Generales), Artículo 1°, que a la letra dice: Las disposiciones que contiene este reglamento son de orden público y de observancia general, regirán en el territorio del municipio y tienen como objeto fijar las bases para:

- I. Realizar la recolección y transporte de los residuos sólidos.
- II. Obtener el aprovechamiento de los residuos sólidos.
- III. Poner en práctica el uso de rellenos sanitarios y plantas de tratamiento de basura.
- IV. Promover y estimular la participación ciudadana para la limpieza y saneamiento del municipio.
- V. Evitar que los residuos sólidos o basura originen focos de infección, peligro o molestias para las poblaciones del municipio o la propagación de enfermedades.
- VI. Señalar las obligaciones que en materia de limpia pública deben cumplir las personas físicas o morales y las instituciones públicas o privadas.
- VII. Regular el composteo o industrialización de los residuos sólidos.
- VIII. Precisar los medios legales para ejercer las acciones de limpia pública.

III.6. NORMAS RELATIVAS A LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

Tabla 1. Normatividad en materia de residuos sólidos municipales

NORMA	FECHA DE PUBLICACIÓN EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN
Tratamiento y Disposición Final	
PROY-NOM-083-SEMARNAT-2003. Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos municipales.	10 de Octubre de 2003
NOM-083-SEMARNAT-2003 Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.	20 de Octubre de 2004
Peso Volumétrico - in situ	
<u>NMX-AA-15-1985</u> Protección al ambiente-Contaminación del suelo-Residuos Sólidos Municipales-Muestreo-Método de cuarteo.	8 de marzo de 1985
<u>NMX-AA-19-1985</u> Protección al ambiente-Contaminación del suelo-Residuos Sólidos Municipales-Peso volumétrico in situ.	8 de marzo de 1985
<u>NMX-AA-61-1985</u> Protección al ambiente-Contaminación del suelo-Residuos Sólidos Municipales Determinación de la generación.	8 de agosto de 1985
Composición de los Residuos Sólidos	
<u>NMX-AA-22-1985</u> Protección al ambiente-Contaminación del suelo-Residuos Sólidos Municipales-Selección y cuantificación de subproductos.	8 de marzo de 1985

NORMA	FECHA DE PUBLICACIÓN EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN
Características Físicas y Químicas de los Residuos Sólidos Municipales	
<u>NMX-AA-16-1985</u> Protección al ambiente-Contaminación del suelo-Residuos Sólidos Municipales-Determinación de humedad.	14 de diciembre de 1984
<u>NMX-AA-18-1985</u> Protección al ambiente-Contaminación del suelo-Residuos Sólidos Municipales-Determinación de cenizas.	14 de diciembre de 1984
<u>NMX-AA-21-1985</u> Protección al ambiente-Contaminación del suelo-Residuos Sólidos Municipales-Determinación de materia orgánica.	8 de agosto de 1985
<u>NMX-AA-24-1984</u> Protección al ambiente-Contaminación del suelo-Residuos Sólidos Municipales-Determinación de nitrógeno total.	14 de diciembre de 1984
<u>NMX-AA-25-1985</u> Protección al ambiente-Contaminación del suelo-Residuos Sólidos Municipales-Determinación del pH. Método potenciométrico.	14 de diciembre de 1984
<u>NMX-AA-33-1985</u> Protección al ambiente-Contaminación del suelo-Residuos Sólidos Municipales-Determinación de poder calorífico superior.	8 de agosto de 1985
Características Físicas y Químicas de los Residuos Sólidos Municipales	
<u>NMX-AA-52-1985</u> Protección al ambiente-Contaminación del suelo-Residuos Sólidos Municipales- Preparación de muestras en el laboratorio para su análisis	8 de marzo de 1985
<u>NMX-AA-67-1985</u> Protección al ambiente-Contaminación del suelo-Residuos Sólidos Municipales-Determinación de la relación carbono/nitrógeno.	8 de agosto de 1985

NORMA	FECHA DE PUBLICACIÓN EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN
Características Físicas y Químicas de los Residuos Sólidos Municipales	
<u>NMX-AA-68-1985</u> Protección al ambiente-Contaminación del suelo-Residuos Sólidos Municipales Determinación de hidrógeno a partir de materia orgánica.	14 de abril de 1986
<u>NMX-AA-80-1985</u> Contaminación del suelo-Residuos Sólidos Municipales-Determinación del porcentaje de oxígeno en materia orgánica.	14 de julio de 1986
<u>NMX-AA-91-1987</u> Calidad del Suelo-Terminología.	23 de Julio de 1987
<u>NMX-AA-92-1984</u> Protección al ambiente-Contaminación del suelo-Residuos Sólidos Municipales -Determinación de Azufre.	14 de diciembre de 1984
<u>NMX-AA-94-1984</u> Protección al ambiente-Contaminación del suelo-Residuos Sólidos Municipales -Determinación de Fósforo Total.	4 de Noviembre de 1985

IV. HIPÓTESIS

Existe un adecuado manejo de los residuos sólidos urbanos generados en el municipio de Tuxpan, Veracruz.

V. OBJETIVOS

V.1. General:

Efectuar el análisis del manejo de los residuos sólidos urbanos del municipio de Tuxpan, Veracruz.

V. 2. Particulares:

- Identificar los tipos de residuos sólidos urbanos generados en el Municipio.
- Identificar si existe un impacto ambiental ocasionado por los residuos sólidos urbanos.

VI. METODOLOGÍA

Localización y Descripción del Municipio de Tuxpan, Ver.

Datos Geográficos: Latitud Norte: 20° 57', Longitud Oeste: 97° 24', Altitud de 10 msn, Superficie: 1061.89 Km²., Población Total: 126616 Hb.

Límites Políticos: Norte: Tamiahua, Sur: Cazones de Herrera, Este: Golfo de México, Oeste: Temapache y Tihuatlán.

Hidrografía: El Municipio está regado por el Río Tuxpan que desemboca en el Golfo de México, formando la Barra de igual nombre.

Clima: Su clima es tropical, con una temperatura media anual de 24.1°C; con lluvias abundantes dado que su precipitación pluvial media anual es de 1,241 mm.

Flora: La vegetación del municipio es de tipo bosque alto tropical perennifolio. Se encuentran árboles como el encino, el fresno, Sauce, álamo y predomina el chicozapote. En estas regiones se localizaron las explotaciones de caoba y chicle.

Fauna: En el Municipio existe una gran variedad de animales silvestres, entre los que se encuentran el conejo, armadillo, mapache, tejón, onza y codorniz, víboras como: coralillo, mazacuata, cuatro narices, voladora y chirrionera, así como una gran variedad de insectos.



Figura 1. Mapa del municipio de Tuxpan, Veracruz

● Ubicación del Antiguo Basurero Municipal

Fase de Campo: En este apartado se contemplaron las siguientes etapas y se realizaron mediante una prospección general en los meses de Junio y Julio.

- **Generación:** Para el desarrollo de esta etapa se acudió a zonas donde existen los diferentes niveles socioeconómicos, con la finalidad de observar el tipo y cantidad de residuo que generan.
- **Recolección:** En esta etapa se verificó el trabajo que realiza el personal adscrito a la Dirección de Limpia Pública del Municipio. Se hicieron preguntas al personal para conocer las actividades de barrido, frecuencia y horarios, tipo de zona y métodos de recolección que utilizan para desarrollar su trabajo.

- Transporte: Para el desarrollo de esta etapa, se verificó el número de unidades con que cuenta el parque vehicular de limpia pública del municipio.
- Tratamiento: Es de mencionar que el tratamiento de algún residuo sólido no es más que la transformación que sufren como resultado de la aplicación de algún método específico (incineración, composta, pirolisis y reciclaje) , con el objeto de aprovechar y, en su caso, eliminar algunos materiales contenidos en ellos. Para conocer si existe algún tratamiento a cierto tipo de residuo sólido que se genera en el municipio, se entrevistó a la gente conocida como pepenadores quienes son las que se encargan de seleccionar el residuo.
- Disposición Final: En esta etapa, se acudió al lugar destinado para la disposición final de los residuos sólidos que se generan, para conocer las características que presenta como son: ubicación, denominación, dimensiones.

VII. RESULTADOS

GENERACIÓN:

Los residuos sólidos que se generan diariamente en el municipio es de aproximadamente 95000 toneladas diarias, considerando únicamente como generador de basura a la población urbana, ya que la población rural directamente al generar un tipo de residuo utiliza como disposición final algún tipo de tiradero sin control alguno o la quema directa de la mismo, ocasionando contaminación del suelo y aire.

Tabla 2. Indicadores demográficos del municipio de Tuxpan

Localidades	Número
Rurales	380
Urbanas	3
Total	383
Población	Habitantes
Urbana	100500
Rural	31031
Indígena	2863
Total	134394
Nombre de la Localidad	Habitantes
Cabecera municipal	78437
Alto Lucero	13525
Santiago de la Peña	8538
Total	100500

La producción de residuos sólidos domésticos es una variable que depende básicamente del tamaño de la población y de sus características socioeconómicas.

Una variable necesaria para dimensionar el sitio de disposición final es la llamada producción per cápita (PPC). Este parámetro asocia el tamaño de la población, la cantidad de residuos y el tiempo; siendo la unidad de expresión el kilogramo por habitante por día (Kg/hab/día).

Estimación teórica de producción per cápita (PPC)

Es posible efectuar una estimación teórica de la PPC en función de las estadísticas de recolección y utilizando la siguiente expresión:

$$PR = \frac{NV \cdot NJ \cdot CP}{POBLACION}$$

Donde:

PR: Producción total de residuos sólidos por día

NV: Número de vehículos e operación

NJ: Número de viajes por vehículo

CP: Capacidad útil estimada por vehículo

Ejemplo:

a) Camión compactador:

$$PR = 16 \times 1 \times 5000 \text{ Kg}/100500 \text{ hb} = \underline{0.796 \text{ Kg/hb}}$$

b) Camioneta compactadora:

$$PR = 5 \times 1 \times 2000 \text{ Kg}/100500 \text{ hb} = \underline{0.099 \text{ Kg/hb}}$$

c) Camión de volteo:

$$PR = 1 \times 1 \times 525 \text{ Kg}/100500 \text{ hb} = \underline{0.005 \text{ Kg/hb}}$$

Total: 0.9 Kg/hb/día

Tabla 3. Generación de residuos por nivel socioeconómico

Descripción	Kg/hb/día
Alto	0.750
Medio	0.985
Bajo	0.605

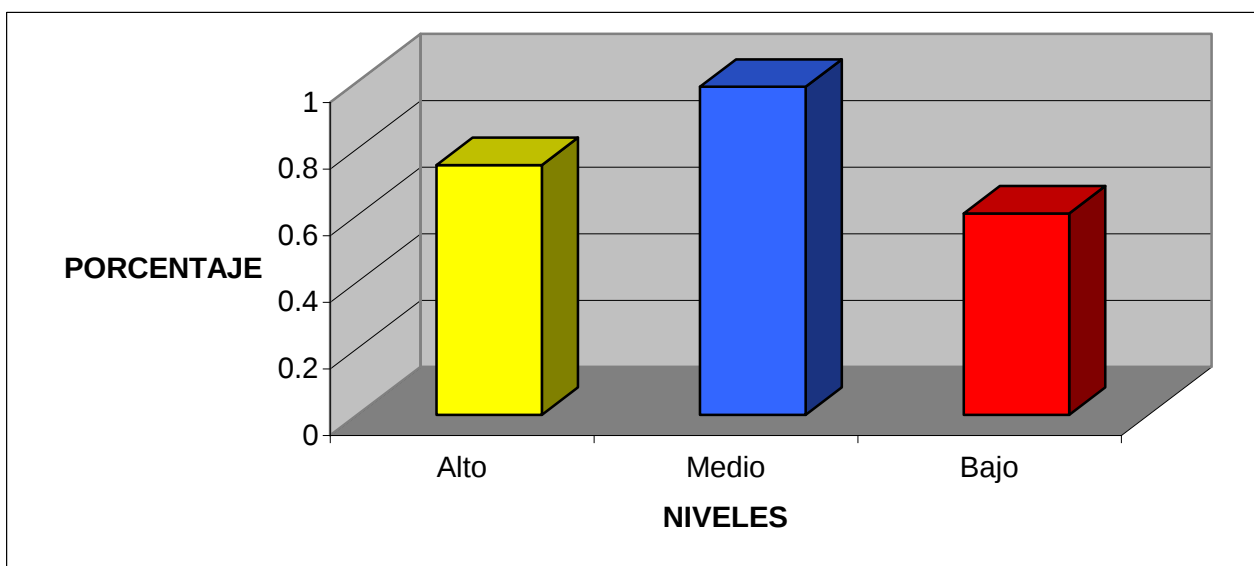


Figura 2. Generación de residuos por nivel socioeconómico

Sector Urbano: Se consideran las 95 toneladas diarias que se generan en el municipio, incluyendo a los residuos del sector hospitalario e industrial (no peligrosos).

Tabla 4. Generación de residuos por tipo de sector

Descripción	Cantidad	Unidades
Cantidad de residuos municipales generados	94.16	t/día
Cantidad de residuos hospitalarios generados	0.525	t/día
Cantidad de residuos industriales generados	0.315	t/día

Tabla 5. Generación de residuos por localidades urbanas

Nombre de la Localidad	Porcentaje	t/día
Cabecera Municipal	78.04	74.144
Alto Lucero	13.46	12.785
Santiago de la Peña	8.50	8.071

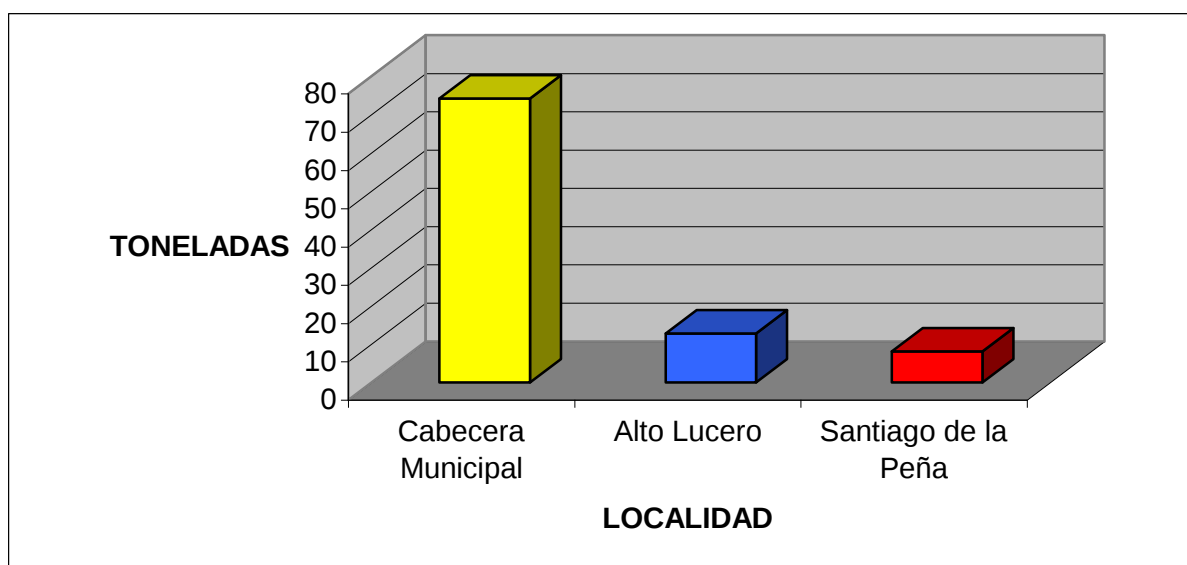


Figura 3. Generación de residuos por localidades urbanas

La mayor generación de residuos se encuentra en la cabecera municipal, por ser generadores 78, 437 habitantes, considerando, 34 restaurantes, 21 Hoteles, 6 Hospitales, 172 Instituciones Educativas, 3 mercados públicos, 2 Centros Comerciales.

El segundo lugar lo ocupa la localidad de Alto Lucero con 13, 525 habitantes, y considerando, 3 restaurantes, 4 Hoteles, y 3 Instituciones Educativas.

El tercer lugar de generación lo ocupa la localidad de Santiago de la Peña, generada por 8,538 habitantes, y considerando 3 restaurantes, 1 Hoteles, 11 Instituciones Educativas.

Composición de los residuos sólidos:

La utilidad de conocer la composición de residuos sirve para una serie de fines, entre los que se pueden destacar estudios de factibilidad de reciclaje, factibilidad de tratamiento, investigación, identificación de residuos, estudio de políticas de gestión de manejo.

A continuación, se presenta la composición de residuos sólidos generados diariamente en el municipio.

Tabla 6. Composición de los residuos sólidos

Descripción	Cantidad (t/día)	Porcentaje
Materia Orgánica	68.400	72
Metal/latas	7.600	8
Papel y Cartón	6.650	7
Otros (tierra, polvo, pañales desechables, papel higiénico y afines).	5.700	6
Plásticos	3.800	4
Vidrio	2.850	3

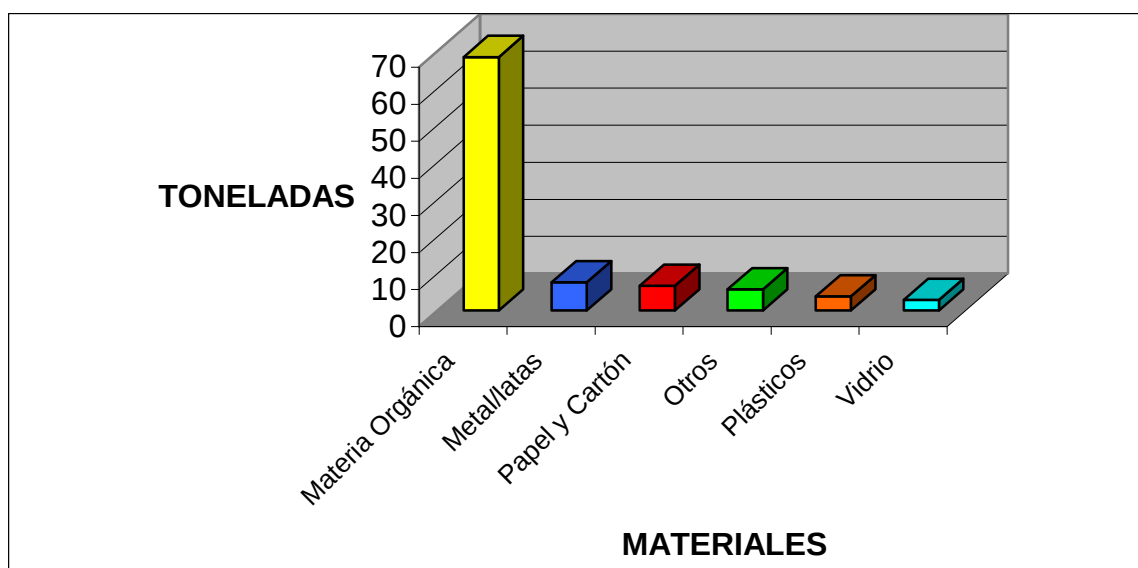


Figura 4. Composición de los residuos sólidos (diarios)

Así mismo, se muestra la composición de residuos sólidos generados diariamente por localidad urbana.

Tabla 7. Composición de residuos sólidos generados por la cabecera municipal

Descripción	Cantidad (t/día)	Porcentaje
Materia Orgánica	53.38	56.18
Metal/latas	5.93	6.24
Papel y Cartón	5.19	5.46
Otros (tierra, polvo, pañales desechables, papel higiénico y afines).	4.45	4.68
Plásticos	2.97	3.13
Vidrio	2.224	2.35
Total	74.144	78.04

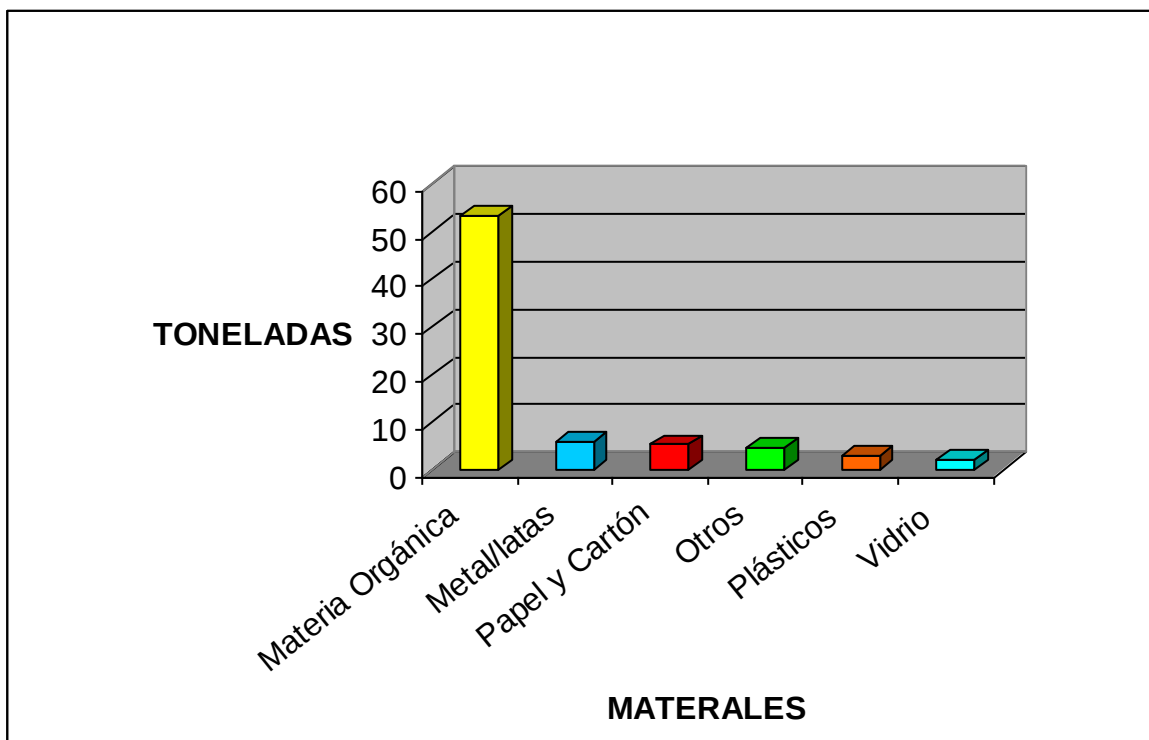


Figura 5. Composición de los residuos sólidos (Cabecera Municipal)

Tabla 8. Composición de residuos sólidos generados en la localidad de Alto Lucero

Descripción	Cantidad (t/día)	Porcentaje
Materia Orgánica	9.21	9.70
Metal/latas	1.02	1.07
Papel y Cartón	0.89	0.94
Otros (tierra, polvo, pañales desechables, papel higiénico y afines).	0.767	0.81
Plásticos	0.510	0.54
Vidrio	0.388	0.40
Total	12.785	13.46

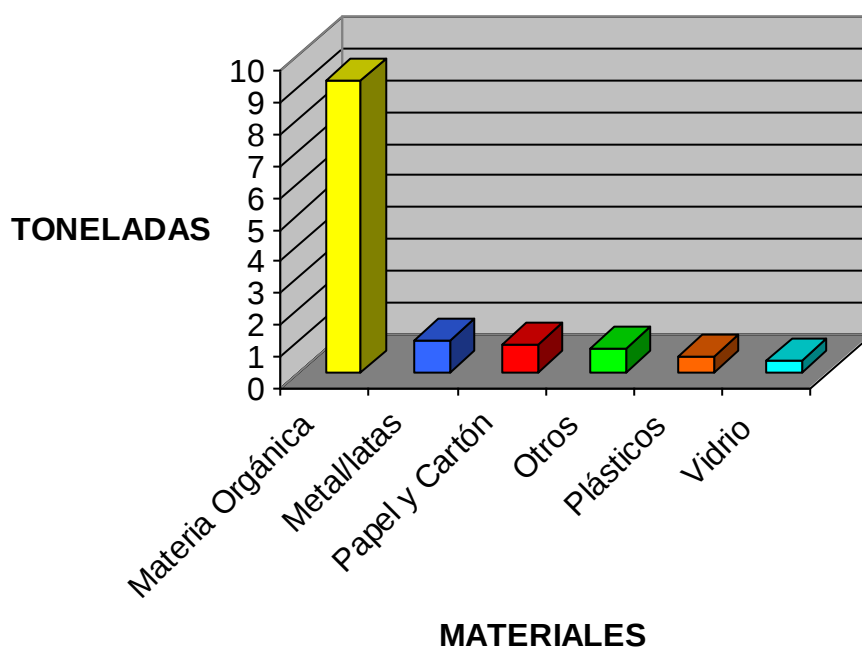


Figura 6. Composición de los residuos sólidos (Alto Lucero)

Tabla 9. Composición de residuos sólidos generados en la localidad de Santiago de la Peña

Descripción	Cantidad (t/día)	Porcentaje
Materia Orgánica	5.81	6.12
Metal/latas	0.65	0.69
Papel y Cartón	0.57	0.60
Otros (tierra, polvo, pañales desechables, papel higiénico y afines).	0.483	0.51
Plásticos	0.320	0.33
Vidrio	0.238	0.25
Total	8.071	8.50

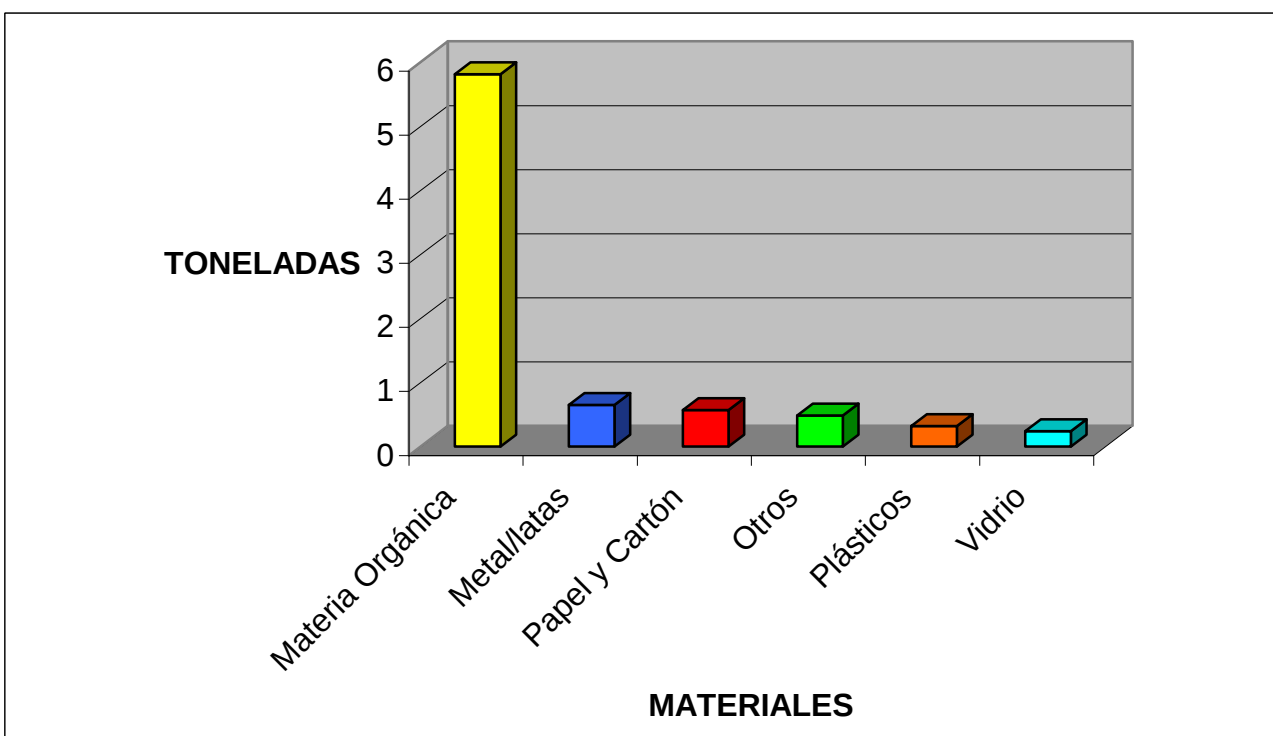


Figura 7. Composición de los residuos sólidos (Santiago de la Peña)

RECOLECCIÓN:

Tabla 10. Personal en limpia pública

Descripción	Cantidad	Unidades
Funcionarios y administrativos	3	personas
Cantidad total de barredores	52	personas
Cantidad total de personal en recolección	70	personas

Tabla 11. Rutas/horario de recolección

Descripción	Cantidad	Unidades
Centro del Municipio	17	horas
Colonias	7	horas

La frecuencia de recolección en mercados y centros comerciales, se realiza diariamente debido al carácter orgánico de su composición evitando así los focos de contaminación que pudiera ocasionar el almacenamiento de dichos residuos

La recolección domiciliaria se realiza dos veces por semana en las localidades de Alto Lucero y Santiago de la Peña, ya que esta alternativa representa un ahorro considerable en los costos de operación.

En el caso de los residuos hospitalarios (no peligrosos), la frecuencia de la recolección se es diaria en aquellos donde su capacidad de generación es alta (ISSSTE, IMSS, Hospital Civil). En el caso de los residuos industriales (no peligrosos) la frecuencia de recolección es de 2 veces por semana.

El horario para el servicio de limpia y recolección en las aceras céntricas de la cabecera municipal, se inicia a las 4:00 de la mañana de tal manera que no exista densidad de tráfico vehicular.

Formas de recolección:

Parada fija: Es el más común, consiste en barrer las calles, recolectando la basura en unos contenedores (tambores). Se anuncian mediante una campana y los usuarios acuden a entregarle sus residuos. Una vez que terminan la recolección entregan los residuos a los camiones compactadores.

De Acera: Los camiones compactadores circulan por las principales avenidas del centro de la ciudad, donde los usuarios depositan sus botes de basura, los dos ayudantes los recogen, vacían los residuos al camión y regresan los botes al mismo sitio.

Recolección Intradomiciliaria: En este método, los ayudantes ingresan a las casas a recoger la basura. Este procedimiento genera un ingreso al municipio ya que dependiendo de la cantidad de residuos es la tarifa señalada.

Por contenedores: La ubicación se encuentra en las principales calles del centro así como en el mercado municipal. La recolección se hace diaria por los camiones compactadores ya que si no se realiza con la debida oportunidad, ocasiona focos de contaminación al mantener almacenadas grandes cantidades de residuos.

TRANSPORTE:

Es de mencionar que se observó que el traslado de los residuos es mediante estaciones de transferencia (unidades del parque vehicular), ya que anteriormente cuando existía el antiguo basurero municipal, por encontrarse en una zona céntrica de la ciudad, el transporte de los residuos en un buen porcentaje se hacia de manera directa por los habitantes del municipio.

Tabla 12. Parque Vehicular

Descripción	Cantidad
Camiones compactadores	16
Camionetas compactadoras	5
Succionadoras	2
Barredoras	1
Camión de Volteo	1
Total	25

TRATAMIENTO:

La recuperación de subproductos se hace generalmente durante la recolección, separando el material reutilizable, o bien directamente en el basurero a cielo abierto controlado a través de la pepena.

Es importante mencionar que toda iniciativa encaminada al reciclado o recuperación de ciertos productos permitirá el ahorro y un cambio de mentalidad de la ciudadanía, para que evite el despilfarro de muchos productos que encierran en sí un valor considerable

El reciclaje de residuos sólidos mensuales en el municipio es de 17,400 Kg., este total se encuentra dividido entre los diferentes materiales reciclados:

Tabla 13. Cantidad de residuos sólidos que se reciclan

Descripción	Cantidad (Kg)	Porcentaje
Papel	5900	38.86
Cartón	3950	26.02
Aluminio	2780	18.31
Fierro	1350	8.90
PET	780	5.14
Vidrio	420	2.77
Total	15,180	100

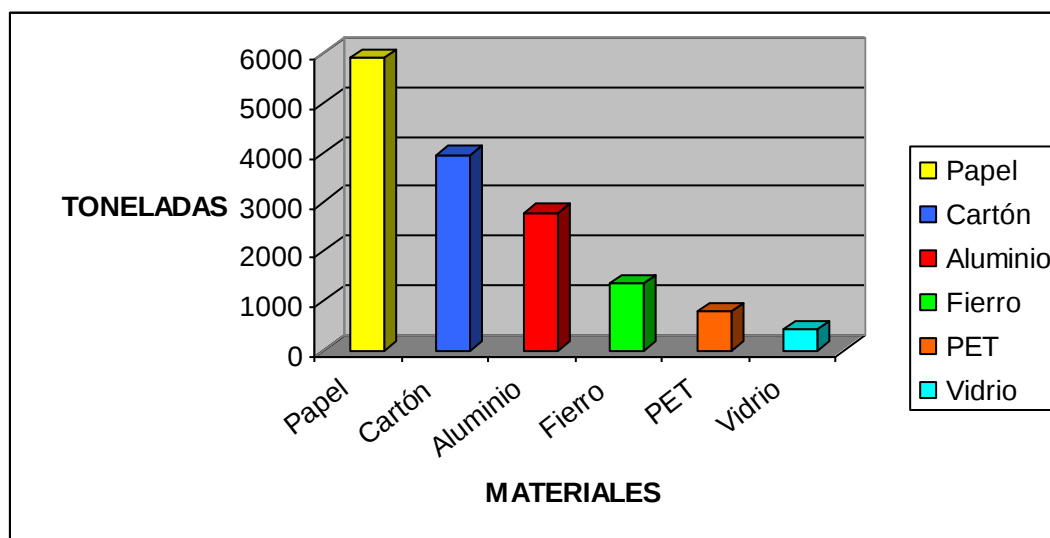


Figura 8. Reciclaje de los residuos sólidos

Existen varios centros de acopio del material que se recicla, entre los cuales podemos mencionar los siguientes:

Nombre	Dirección
Sr. Rafael Sánchez Castro	Revolución No. 51 colonia Álvarez.
Sr. Martín Martínez Castellanos	Libramiento Adolfo López Mateos, calle Rosal s/n. colonia Los Pinos (Gasolinera Foy).
Sr. Marcelo Sánchez Castro	Libramiento Adolfo López Mateos, esquina calle Violeta, colonia Villa Rosita (La Báscula).

DISPOSICIÓN FINAL:

En el año 2001 se dio inicio a la construcción del relleno sanitario, el cual empezó a operar a finales del 2004, este sitio únicamente se utilizó mes y medio debido a que ejidatarios del lugar (Zapote Bueno) iniciaron una serie de peticiones hacia el ayuntamiento, dando pie a un conflicto que terminó con el cierre del relleno en el mes de febrero del 2005.

A la par del relleno sanitario, se utilizaba como destino final de los residuos sólidos un predio de aproximadamente 3 hectáreas, el cual se encuentra ubicado en la colonia Vicente Suárez mismo que no contaba con ningún control de los desechos que ahí se tiraban, de tal manera que el lugar generaba un alto grado de contaminación. Derivado de la problemática ambiental que esto creo y aunado a las denuncias puestas por la población, se procedió a emitir orden de clausura sobre este sitio el año pasado. Actualmente y ante la problemática que aun se tiene de este basurero por la sobresaturación de desechos, se ha procedido a desarrollar un proyecto de saneamiento básico con la finalidad de transformar este lugar en un parque ecológico.

De ahí se desprende que a la fecha , se utiliza un predio de 7 hectáreas y el cual es denominado “basurero a cielo abierto controlado”, el cual se ubica en el rancho denominado “El Pitayo” km 12 carretera Tuxpan-Poza Rica. Se considera que el basurero esta controlado porque una vez que es vaciado los residuos en el mismo, se le agrega un tratamiento de tierra amarilla (tepetate), evitando de esta manera algún tipo de contaminación.

Sigue en proceso, las gestiones correspondientes para que se llegue a un arreglo con los pobladores de la comunidad Zapote Bueno, mismas que se esperan deriven en la apertura y operaron del relleno sanitario ya existente.

VIII. CONCLUSIONES

El manejo de los residuos sólidos urbanos en el municipio de Tuxpan es considerado como adecuado.

La producción per cápita es de 0.9 Kg/Hb/día. El mayor generador es el nivel socioeconómico medio (0.985 Kg), seguido del nivel alto (0.750 Kg) y el nivel bajo (0.605 Kg).

Se determinó que existe una generación diaria de residuos sólidos urbanos de aproximadamente 95 toneladas, mismas que están distribuidas de la siguiente manera: 65.400 t de materia orgánica, 7.600 t de metal/latas, 6.650 t de Papel y Cartón, 5.700 t de otro tipo de material, 3.800 t corresponde a plásticos (PET) y 2.850 t de vidrio.

Se considera que el personal para la recolección y el transporte de los residuos es suficiente.

El único tratamiento que se le da a los residuos es el del recycle, siendo los materiales mas recuperables, el papel, cartón, aluminio, fierro, plástico y vidrio.

La disposición final se realiza en un lugar considerado con aspectos de control. Aunque las localidades rurales efectúan la quema de sus desechos por no tener un sitio adecuado para ello, se esta poniendo en marcha un programa de asistencia por parte del ayuntamiento, efectuando cada quince días el acopio de de los residuos de estas comunidades.

IX. BIBLIOGRAFÍA

Sawyer N. 2003. Química para ingeniería ambiental. 4a. Edición. Bogotá: McGraw-Hill.

Arellano-Díaz. 2002. Introducción a la ingeniería ambiental. México: Alfaomega; Instituto Politécnico Nacional.

Kiely G. 1999. Ingeniería ambiental: fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión. Madrid: McGraw-Hill.

Mihelcic J.R. 2001. Fundamentos de ingeniería ambiental. México: Limusa Wiley.

Gutiérrez-Barba B.E. 2001. La ingeniería ambiental en México. México: Limusa.

Sans-Fonfria. 1999. Ingeniería ambiental: contaminación y tratamientos. México Santa fe de Bogotá: Alfaomega.

Glynn H.J. 1999. Ingeniería Ambiental. México: Pearson Educacion, Prentice Hall.

Medina-Ross J. A. 2001. Guía para la gestión integral de los residuos sólidos municipales. Secretaría de medio ambiente y recursos naturales. México.

Hernández-Fernández C., González-Martínez, S. 1997. Reducción y reciclaje de residuos sólidos municipales. México: UNAM/PNUMA..

Seoáñez-Calvo M. 2000. Residuos: problemática, descripción, manejo, aprovechamiento y destrucción: manual para políticos, técnicos, enseñantes y estudiosos de la ingeniería del medio ambiente. Madrid: Ediciones Mundi- Prensa.

Seoáñez-Calvo M. 2000. Tratado de reciclado y recuperación de productos de los residuos: el reciclado en la naturaleza, el reciclado en el medio agrario, el reciclado y la recuperación en el medio urbano, el reciclado y la recuperación en el medio industrial: casos prácticos de cada sector. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.

Hernández-Aguirre C. 2005. Propuesta de una planta de separación de residuos sólidos urbanos en el municipio de Xalapa, Veracruz. Trabajo Práctico Técnico (Ingeniero Ambiental) Universidad Veracruzana.

Hernández-Xoliot R.A. 2003. Instituciones oficiales e instituciones civiles en la gestión ambiental de residuos sólidos urbanos en Xalapa, Ver. Tesis (Licenciado en Biología) Universidad Veracruzana.

Córdova-Ramos X.M. 1996. Propuesta técnico-económica de solución integral a la problemática de los residuos sólidos urbanos de la zona conurbana de Orizaba. Xalapa: Facultad de Ingeniería Química, U. V.

Hernández-Torres B.A. 2003. Diagnóstico para el manejo y la disposición final de los residuos sólidos generados en la ciudad de Chicontepec, Ver.". Xalapa, Ver. Trabajo Práctico Técnico (Ingeniero Ambiental) Universidad Veracruzana.

Vázquez-Vargas O. 2002. Estudio de generación de residuos sólidos en la región de León Guanajuato. Xalapa, Ver. Tesis (Ingeniero Ambiental) Universidad Veracruzana.

Hernández-Aguirre C. 2005. Propuesta de una planta de separación de residuos sólidos urbanos en el municipio de Xalapa, Veracruz. Trabajo Práctico Técnico (Ingeniero Ambiental) Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver.

Olivo-Martínez B.O. 2005. Diagnóstico ambiental del manejo de residuos sólidos no peligrosos en la Unidad de Ingeniería y Ciencias Químicas, Zona Xalapa. Xalapa, Ver., Trabajo Práctico Técnico (Ingeniero Ambiental) Universidad Veracruzana.

Landa-Anzures L.B. 2003. Residuos sólidos: manejo integral para la industria embotelladora .Tesis (Especialista en Diagnóstico y Gestión Ambiental) Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver.

Barrera-Bernal C. 1997. Tratamiento y disposición de residuos sólidos en Jalcomulco, Ver. Instituto de Ingeniería, Universidad Veracruzana, Tesis de Maestría en Ingeniería Ambiental.

Rodríguez-Rivera A.L. 2005. Elaboración de pigmentos inorgánicos a partir de residuos sólidos. Tesis de licenciatura, Ingeniería Química con área en ingeniería de procesos. Universidad de las Américas Puebla, México.

Enkerlin H.E. 1997. Ciencia Ambiental y Desarrollo Sostenible. México: Internacional.

Tchobanoglous G. 1994. Gestión integral de los residuos sólidos. España: Mc Graw-Hill.

Green, L.W. y Kreuter, M.W. 1999. Health promotion planning. An educational and ecological approach. 3a. ed. Toronto. Mayfield Publishing Company.

Trejo R. 1997. Procesamiento de la basura urbana. México: Trillas.

Careaga J. 2000. Gaceta Ecológica Núm. 36. Septiembre.

INE (Instituto Nacional de Ecología) 1997. Estadísticas e indicadores de inversión sobre residuos sólidos municipales en los principales centros urbanos de México. SEMARNAP. México, D.F.

Buenrostro D.O. 2001. Los residuos sólidos municipales, perspectivas desde la investigación multidisciplinaria. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México.

Saldaña C. 2003. Diagnóstico de la generación de los residuos sólidos domésticos en la ciudad de Tepic Nayarit. UAN. México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias e Ingeniería.

Robles-Martínez F. 2005. Generación de biogás y lixiviados en los rellenos sanitarios. México: Instituto Politécnico Nacional.

Adame-Romero A. 2000. Contaminación ambiental. 2ª. Edición México: Trillas.

Ingeniería Ambiental y Medio Ambiente. 2000. [En Red] Disponible en: <http://www.fortunecity.es/expertos/profesor/171/residuos.html>.