

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Estrategias para el manejo de residuos sólidos urbanos en el Estado de México.

POR:

MARÍA DE LOS ANGELES BRAVO RAMÍREZ

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA

OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

TORREÓN, COAHUILA

NOVIEMBRE, 2017.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DEL C. **MARÍA DE LOS ÁNGELES BRAVO RAMÍREZ**, QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACION DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

REVISADA POR EL COMITÉ ASESOR:

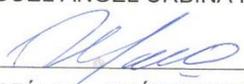
PRESIDENTE:


M.C. JOSÉ LUIS RÍOS GONZÁLEZ

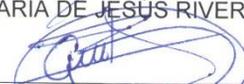
VOCAL:


DR. MIGUEL ÁNGEL URBINA MARTÍNEZ

VOCAL:


M.C. MARÍA DE JESÚS RIVERA GONZÁLEZ

VOCAL:


M.C. GERARDO ZAPATA SIFUENTES


M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

NOVIEMBRE DE 2017.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**“Estrategias para el manejo de residuos sólidos urbanos en el
Estado de México”**

POR:

MARÍA DE LOS ÁNGELES BRAVO RAMÍREZ

TESIS:

QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ ASESOR COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

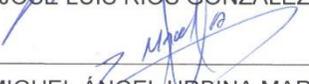
INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

REVISADA POR EL COMITÉ ASESOR:

ASESOR PRINCIPAL:


M.C. JOSÉ LUIS RÍOS GONZÁLEZ

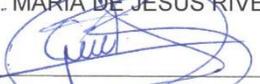
ASESOR:

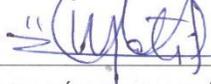

DR. MIGUEL ÁNGEL URBINA MARTÍNEZ

ASESOR:


M.C. MARÍA DE JESÚS RIVERA GONZÁLEZ

ASESOR:


M.C. GERARDO ZAPATA SIFUENTES


M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

NOVIEMBRE DE 2017.



AGRADECIMIENTOS

A mí amada **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** por haberme abierto sus puertas para cumplir con mi objetivo de formación y lograr una de mis más preciadas metas, el formarme como **Ingeniero en Procesos Ambientales**. Gracias infinitas ¡**ALMA TERRA MATER!**

A mis asesores **M.C. José Luís Ríos González, Dr. Miguel Ángel Urbina Martínez, M.C. María de Jesús Rivera González y M.C. Gerardo Zapata Sifuentes** por su apoyo y tiempo dedicado a la elaboración de este trabajo, pero sobre todo gracias por su valiosa amistad.

A todos mis profesores, ya que de todos me llevo aprendizaje. Especialmente a mis queridos Biólogos **Amanda y Héctor**.

A mis compañeros porque también me brindaron aprendizaje.

A mis amigos por su grata compañía y apoyo en las diferentes eventualidades de la vida, los quiero y espero poder seguir contando con ustedes siempre.

A mi familia que es pieza fundamental en todo lo que hago y siempre me han mostrado su cariño a pesar de la distancia.

DEDICATORIAS

A mis padres **Juan Pablo Bravo Clemente** y **Modesta Ramírez Domínguez**. Por ser amor, ejemplo y apoyo en todo.

A mis hermanos **José Antonio, Berenice y Juan Pablo Bravo Ramírez**. Por ser parte de mi eje motor, la familia. Los quiero.

A mi hijo **Pablo Surem**. Porque me mostraste que puedo tener sueños y capacidades mucho más grandes de las que yo misma creía y de ti conocí el amor más puro. Te amo.

RESUMEN

Teniendo en cuenta la importancia que para el medio ambiente tienen los RSU y sus impactos potencialmente negativos, el presente trabajo presenta de forma sintética la situación actual del Estado de México en cuanto a la gestión de estos residuos y del marco legal e institucional que la soporta. La gestión de los residuos en nuestro país ha sido abordada a partir de diferentes niveles de desarrollo sin que exista claridad suficiente en sus competencias, lo cual genera vacíos que han permitido un inadecuado desempeño en la entidad. El concepto de manejo integral contempla todas las etapas de la gestión, desde la separación en la fuente hasta la disposición final adecuada y teniendo como objetivos minimizar la cantidad de residuos, aumentar su aprovechamiento y mejorar los sistemas para su eliminación, tratamiento y disposición final, por lo cual en este trabajo de investigación se proponen estrategias que permitan la transición de la gestión tradicional a un manejo integral de los RSU para la entidad que se encuentra ubicada en el centro de la República Mexicana, cuenta con una extensión territorial de 22,351 km² que integran 125 municipios y tiene una población de 16 225 409 habitantes los cuales producen un promedio diario de 13 014 285 kg de RSU.

Palabras clave: Residuos Sólidos Urbanos, Estado de México, Manejo integral de RSU, Gestión Integral de RSU, Disposición final de RSU.

INDICE GENERAL

	Pág.
AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIAS.....	ii
RESUMEN.....	iii
INDICE GENERAL.....	iv
INDICE DE TABLAS.....	vi
INDICE DE FIGURAS.....	vii
INDICE DE ABREVIATURAS.....	viii
I.- INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivo.....	3
1.2 Hipótesis.....	3
II.- REVISION DE LITERATURA.....	4
2.1 Antecedentes teóricos.....	4
2.1.1 Conceptos Básicos.....	4
2.1.2 Clasificación de los RSU.....	13
2.1.3 Propiedades de los RSU.....	15
2.1.4 Tiempo de descomposición de algunos de los principales RSU.....	21
2.2 Normatividad en materia de RSU.....	22
2.2.1 A nivel nacional.....	22
2.2.2 Normatividad en materia de RSU a nivel estatal.....	24
2.3 Evolución Hombre-residuos sólidos urbanos.....	25
2.4 impacto de los RSU.....	27
2.5 RSU a nivel mundial.....	28
2.6 Informe sobre RSU de SEMARNAT México 2016.....	30
2.7 Manejo de residuos sólidos urbanos en México.....	42
2.7.1 Generación.....	46
2.7.2Recolección.....	47
2.8 Consecuencias ambientales y en la salud de la disposición inadecuada de los residuos sólidos urbanos.....	53
2.9 Los RSU en el Estado de México.....	55
2.9.1. El contraste entre municipios densamente poblados y municipios rurales.....	58

2.9.2. Servicio de limpia y empresas prestadoras de servicio en Gestión de RSU.....	60
2.9.4. Centros de acopio	65
Lo cual nos hace notar que hay mucho énfasis en la recolección de material plástico no así en otros materiales recuperables, además de que no se especifica el destino final del material acopiado.	69
2.9.4. La iniciativa privada en materia de RSU dentro de la entidad	69
2.9.5. El Bordo De Xochiaca una alternativa exitosa.	70
III.- MATERIALES Y METODOS	73
3.1. Límites del sistema.....	73
3.1.1. Limite espacial.....	73
3.1.3. Limite por tipo residuos.....	75
3.2. Unidad funcional.	75
IV. RESULTADOS.....	77
4.1. Propuestas de estrategias para un manejo integral de RSU.	77
4.1.1.- Reducción del volumen de RSU desde el Origen basado en educación ambiental.....	77
4.1.2.- Producción/disposición responsable.....	79
4.1.3.- Apego estricto a la legislación y normatividad ambiental en materia de RSU.....	80
4.1.4.- Establecimiento de planes de manejo de RSU en cada municipio	81
4.1.5.- Política de valorización de RSU.	82
4.1.6.- Incentivar la inversión privada.	82
4.1.7.- Mejoramiento de Rellenos sanitarios existente y el diseño de nuevos sitios de disposición final.	83
4.1.8.- Regulación y mejora del sistema de limpia (inversión gubernamental adecuada).....	84
4.1.9.- Potencializar la cultura del reciclaje.	85
V. DISCUSIÓN	87
VI. CONCLUSION	89
VII. LITERATURA CITADA	90

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de los RSU.	14
Tabla 2. Contenido de humedad y la densidad de los residuos sólidos.	16
Tabla 3. Composición Química de algunos de los Residuos Sólidos pertenecientes a los compuestos orgánicos (% peso en base seca).	18
Tabla 4. Contenido energético de cada uno de los tipos de residuos.	19
Tabla 5. Contenido de lignina y la fracción biodegradable de algunos residuos. ...	20
Tabla 6. Tiempo promedio de descomposición de algunos RSU.	21
Tabla 7. Empresas registradas prestadoras de servicios en materia de gestión integral de RSU (Gobierno del Estado de México, 2011).	60

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Volumen estimado de RSU generados por tipo de 1995-2016. INEGI, 2016a.....	31
Figura 2. . Diagrama Nacional de los RSU. INECC. 2015.....	33
Figura 3. Generación de RSU, producto interno bruto (PIB) y gasto del consumo final privado en México. SEMARNAT, 2017a.....	35
Figura 4. Contribución al PIB y a la generación de RSU por entidad federativa, 2012. SEMARNAT, 2017a.....	36
Figura 5. Generación de RSU por región, 2012. SEMARNAT, 2017a.	37
Figura 6. Población con acceso a recolección de RSU a nivel nacional, 1998-2012. SEMARNAT, 2017a.....	38
Figura 7. Composición de los RSU recolectados valorizables, 2012. SEMARNAT 2017a.....	41
Figura 8. Iconografía para la clasificación, reciclaje y valoración de los RSU en México. SEMARNAT, 2015.	43
Figura 9. Diagrama de manejo de RSU en México.....	45
Figura 10. Generación RSU por entidad federativa. SEMARNAT, 2017a.	46
Figura 11. Composición de los RSU en México, 2012. SEMARNAT, 2017a.	47
Figura 12. Recolección RSU por entidad federativa. SEMARNAT, 2017a.	49
Figura 13. Nivel de recolección global de RSU por región, 2012. SEMARNAT, 2017a.....	50
Figura 14. Población con acceso a recolección de RSU por entidad federativa, 2012. SEMARNAT, 2017a.....	50
Figura 15. Disposición final de RSU en rellenos sanitarios, sitios controlados y no controlados, y número de rellenos por entidad federativa, 2012. SEMARNAT 2017.	51
Figura 16. Reciclaje de RSU en países de las OCDE, 2012. SEMARNAT, 2017a.	52
Figura 17. División geoestadística municipal y municipios con mayor población. INEGI, 2016b.	57
Figura 18. Viviendas particulares habitadas según distribución porcentual de la forma de eliminación de residuos, 2015. INEGI, 2016c.	58
Figura 19. Graficas comparativa del volumen de RSU generados a nivel estatal vs municipios con mayor y menor índice de generación.....	59
Figura 20. Comparación volumen estatal vs los 10 municipios con mayor volumen de generación de RSU.....	59
Figura 21. Plano de localización del estado de México.....	74

INDICE DE ABREVIATURAS

Abreviatura	Significado
%	Porcentaje
°C	Grado centígrado
C	Carbono
H	Hidrogeno
H ₂ O	Agua
GEI	Gases de efecto invernadero
O	Oxigeno
N	Nitrógeno
S	Azufre
Kg	Kilogramo
KJ	Kilo Joule
Km ²	Kilómetro cuadrado
mm	milímetro
m ³	Metro cúbico
DOF	Diario Oficial de la Federación
GEI	Gases de efecto invernadero
INECC	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
LGPGIR	Ley General
LGEEPA	Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente
NOM	Norma Oficial Mexicana
PET	Polietileno Tereftalato

PIB	Producto Interno Bruto
RSM	Residuo sólido Municipal
RSU	Residuo Sólido Urbano
SEMARNAT	Secretaria de Medio Ambiente y Recursos naturales
SNIARN	Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos
SEDESOL	Secretaría de Desarrollo Social

I.- INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se aborda la problemática del manejo actual de los residuos Sólidos Urbanos en el Estado de México, para la cual se realizó una investigación que permitiera obtener una panorámica actual y la proyección de la situación del manejo de RSU como parte administrativa y operacional que llevan a cabo los ayuntamientos a la par con el área domestica como reflejo de los hábitos de los ciudadanos en esta entidad. Según datos de INEGI el estado, genera un promedio de 15 mil toneladas de basura diarias en la entidad, concentrado el 58 % de volumen de producción en los 10 municipios más densamente poblados, de los 125 municipios 122 cuentan con servicio de recolección y disposición final de RSU, pero solo 2 de estos tienen estudios sobre la composición de los mismos, 7 de ellos realizaron estudios de la generación de RSU y 11 cuentan con programas locales orientados a la gestión integral de RSU.

Una de las muchas características de nuestra sociedad moderna es la enorme generación de residuos producidos tanto en los procesos industriales como en la vida cotidiana de cada individuo. Las actividades humanas generan desechos, y las formas en que se manejan, almacenan, recolectan y eliminan estos desechos pueden representar riesgos para el medio ambiente y la salud pública (Zhu *et al.*, 2008). En las áreas urbanas, especialmente en las ciudades del mundo en desarrollo que se urbanizan rápidamente, los problemas del manejo de residuos sólidos son de importancia inmediata.

La importancia del tema de la generación y manejo de los residuos no involucra sólo los efectos ambientales y de salud pública derivados de su generación y manejo. También está implícito, desde otro ángulo, el uso de los recursos naturales. La gestión integral de los residuos, además de procurar reducir su generación y conseguir su adecuada disposición final, también puede dar como resultado colateral la reducción, tanto de la extracción de recursos (evitando su agotamiento), como de energía y agua que se utilizan para producirlos, así como la disminución de la emisión de gases de efecto invernadero. Todo ello se acompaña de importantes beneficios económicos, sociales y ambientales (SEMARNAT, 2017a).

En nuestro país, el manejo de los residuos sólidos urbanos es un servicio que está a cargo de los municipios y delegaciones del país, como lo establecen los artículos 115 y 122 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, respectivamente (INEGI, 2011).

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos en su título Primero, capítulo único, Art. 5 párrafo XXXIII, define a los residuos sólidos como: “Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que se utilizan en las 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, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos”.

1.1 Objetivo

Realizar un análisis de la problemática actual respecto de los residuos sólidos urbanos en el Estado de México.

Objetivo particular: Presentar formas efectivas para la construcción de estrategias de solución a la elevada producción de RSU que existe en la entidad.

1.2 Hipótesis

Se puede lograr un manejo integral de los residuos sólidos urbanos en el Estado de México en sus esquemas económico, político, social, educacional, ambiental y de salud.

II.- REVISION DE LITERATURA

De acuerdo a la LGPGIR (2017), Título primero, capítulo único, Artículo 5: “XXXIII. Residuos Sólidos Urbanos: Los generados en las casa habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no seas considerados por esta Ley como residuos de otra índole”.

2.1 Antecedentes teóricos

2.1.1 Conceptos Básicos.

Antes de introducirnos en el tema de los residuos sólidos urbanos es pertinente dejar en claro cada uno de los conceptos de relevancia para este trabajo lo cual nos permitirá un enfoque más preciso.

En la LGPGIR (2017), Título primero, capítulo único, Artículo 5 tenemos:

II. Aprovechamiento De Los Residuos: Conjunto de acciones cuyo objetivo es recuperar el valor económico de los residuos mediante su reutilización, remanufactura, rediseño, reciclado y recuperación de materiales secundados o de energía;

V. 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 a los elementos;

VI. Envase: Es el componente de un producto que cumple la función de contenerlo y protegerlo para su distribución, comercialización y consumo;

VIII. Generación: Acción de producir residuos a través del desarrollo de procesos productivos o de consumo;

IX. Generador: Persona física o moral que produce residuos, a través del desarrollo de procesos productivos o de consumo;

X. Gestión Integral de Residuos: Conjunto articulado e interrelacionado de acciones normativas, operativas, financieras, de planeación, administrativas, sociales, educativas, de monitoreo, supervisión y evaluación, para el manejo de residuos, desde su generación hasta la disposición final, a fin de lograr beneficios ambientales, la optimización económica de su manejo y su aceptación social, respondiendo a las necesidades y circunstancias de cada localidad o región;

XI. Gestor: Persona física o moral autorizada en los términos de este ordenamiento, para realizar la prestación de los servicios de una o más de las actividades de manejo integral de residuos;

XIII. Incineración: Cualquier proceso para reducir el volumen y descomponer o cambiar la composición física, química o biológica de un residuo sólido, líquido o gaseoso, mediante oxidación térmica, en la cual todos los factores de combustión, como la temperatura, el tiempo de retención y la turbulencia,

pueden ser controlados, a fin de alcanzar la eficiencia, eficacia y los parámetros ambientales previamente establecidos. En esta definición se incluye la pirólisis, la gasificación y plasma, sólo cuando los subproductos combustibles generados en estos procesos sean sometidos a combustión en un ambiente rico en oxígeno;

XIV. Inventario de Residuos: Base de datos en la cual se asientan con orden y clasificación los volúmenes de generación de los diferentes residuos, que se integra a partir de la información proporcionada por los generadores en los formatos establecidos para tal fin, de conformidad con lo dispuesto en este ordenamiento;

XVI. Lixiviado: Líquido que se forma por la reacción, arrastre o filtrado de los materiales que constituyen los residuos y que contiene en forma disuelta o en suspensión, sustancias que pueden infiltrarse en los suelos o escurrirse fuera de los sitios en los que se depositan los residuos y que puede dar lugar a la contaminación del suelo y de cuerpos de agua, provocando su deterioro y representar un riesgo potencial a la salud humana y de los demás organismos vivos;

XVII. Manejo Integral: Las actividades de reducción en la fuente, separación, reutilización, reciclaje, co-procesamiento, tratamiento biológico, químico, físico o térmico, acopio, almacenamiento, transporte y disposición final de residuos, individualmente realizadas o combinadas de manera apropiada, para adaptarse a las condiciones y necesidades de cada lugar, cumpliendo objetivos de valorización, eficiencia sanitaria, ambiental, tecnológica, económica y social;

XVIII. Material: Sustancia, compuesto o mezcla de ellos, que se usa como insumo y es un componente de productos de consumo, de envases, empaques, embalajes y de los residuos que éstos generan;

XXI. Plan de Manejo: Instrumento cuyo objetivo es minimizar la generación y maximizar la valorización de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos específicos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, con fundamento en el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos, diseñado bajo los principios de responsabilidad compartida y manejo integral, que considera el conjunto de acciones, procedimientos y medios viables e involucra a productores, importadores, exportadores, distribuidores, comerciantes, consumidores, usuarios de subproductos y grandes generadores de residuos, según corresponda, así como a los tres niveles de gobierno;

XXVI. Reciclado: Transformación de los residuos a través de distintos procesos que permiten restituir su valor económico, evitando así su disposición final, siempre y cuando esta restitución favorezca un ahorro de energía y materias primas sin perjuicio para la salud, los ecosistemas o sus elementos;

XXIX. Residuo: Material o producto cuyo propietario y 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 susceptibles 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;

XXX. Residuos de Manejo Especial: Son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como

peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos;

XXXIV. Responsabilidad Compartida: Principio mediante el cual se reconoce que los residuos sólidos urbanos y de manejo especial son generados a partir de la realización de actividades que satisfacen necesidades de la sociedad, mediante cadenas de valor tipo producción, proceso, envasado, distribución, consumo de productos, y que, en consecuencia, su manejo integral es una corresponsabilidad social y requiere la participación conjunta, coordinada y diferenciada de los productores, distribuidores, consumidores, usuarios de subproductos, y de los tres órdenes de gobierno según corresponda, bajo un esquema de factibilidad de mercado y eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social;

XXXV. Reutilización: El empleo de un material o residuo previamente usado, sin que medie un proceso de transformación;

XXXVIII. Separación Primaria: Acción de segregar los residuos sólidos urbanos y de manejo especial en orgánicos e inorgánicos, en los términos de esta Ley;

XXXIX. Separación Secundaria: Acción de segregar entre sí los residuos sólidos urbanos y de manejo especial que sean inorgánicos y susceptibles de ser valorizados en los términos de esta Ley;

XLI. Tratamiento. Procedimientos físicos, químicos, biológicos o térmicos, mediante los cuales se cambian las características de los residuos y se reduce su volumen o peligrosidad;

XLIV. Valorización: Principio o conjunto de acciones asociadas cuyo objetivo es recuperar el valor remanente o el poder calorífico de los materiales que

componen los residuos, mediante su reincorporación en procesos productivos, bajo criterios de responsabilidad compartida, manejo integral y eficiencia ambiental, tecnológica y económica.

Mientras que la LGEEPA (2017), Título primero Disposiciones Generales, Capítulo 1 Normas Preliminares, artículo 3 nos dice:

VII.- Contaminante: Toda materia o energía en cualesquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición y condición natural;

XVII.- Emisión: Liberación al ambiente de toda sustancia, en cualquiera de sus estados físicos, o cualquier tipo de energía, proveniente de una fuente.

XX.- Impacto ambiental: Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza;

XXVI.- Prevención: El conjunto de disposiciones y medidas anticipadas para evitar el deterioro del ambiente; Fracción recorrida DOF 28-01-2011

XXVII.- Protección: El conjunto de políticas y medidas para mejorar el ambiente y controlar su deterioro;

XXXII.- Residuo: Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó;

XXXIII.- Residuos Peligrosos: Son aquellos que posean alguna de las características de Corrosividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad o que contengan agentes infecciosos que le confieran peligrosidad, así como

envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieren a otro sitio y por tanto, representan un peligro al equilibrio ecológico o el ambiente;

XXXVIII.- Educación Ambiental: Proceso de formación dirigido a toda la sociedad, tanto en el ámbito extraescolar, para facilitar la percepción integrada del ambiente a fin de lograr conductas más racionales a favor del desarrollo social y del ambiente. La educación ambiental comprende la asimilación de conocimientos, la formación de valores, el desarrollo de competencias y conductas con el propósito de garantizar la preservación de la vida.

El Reglamento de LGPGIR (2017), Título primero: de las disposiciones generales, artículo 2 también establece:

II. Acopio, acción de reunir los residuos de una o diferentes fuentes para su manejo;

IX. Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos, estudio que identifica la situación de la generación y manejo de los residuos y en el cual se considera la cantidad y composición de los residuos, la infraestructura para manejarlos integralmente, así como la capacidad y efectividad de la misma;

XI. Inventario Nacional de Sitios Contaminados, el que elabora la Secretaría conforme al artículo 75 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos;

XVII. Recolección, acción de recoger residuos para transportarlos o trasladarlos a otras áreas o instalaciones para su manejo integral;

XIX. Relleno sanitario, instalación destinada a la disposición final de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

Y finalmente el Glosario de terminología del SNIARN (2017) en materia de RSU contempla lo siguiente:

Almacenamiento: Acción de retener temporalmente los residuos, en tanto se procesan para su aprovechamiento, se entregan al servicio de recolección, o se disponen.

Centros de acopio: Son instalaciones operadas por la administración municipal o delegacional que tienen por objeto captar materiales seleccionados para dar un confinamiento adecuado o canalizarlos a procesos de reciclaje.

Estaciones de transferencia: Son instalaciones de almacenamiento temporal de los residuos para ser transportados posteriormente a un sitio de disposición final; eventualmente, podría aplicarse algún otro proceso a los materiales recibidos, como la separación, compactación y trituración.

PET (Polietileno Tereftalato): Es un material fuerte de peso ligero de poliéster claro. Se usa para hacer recipientes para bebidas suaves, jugos, agua, bebidas alcohólicas, aceites comestibles, limpiadores caseros, y otros. Los recipientes son 100% reciclables.

Planta de tratamiento: Sitio o instalación en la que se realizan procesos mecánicos o manuales orientados a la recuperación de materiales de residuos sólidos urbanos.

Recolección de residuos sólidos: Acopio o colecta de residuos con características domiciliarias generados en casas-habitación, establecimientos, mercados o barrido de la vía pública; generalmente se realiza casa por casa, en un punto fijo o mediante contenedores.

Residuos inorgánicos: Son materiales que no se descomponen de forma natural o tardan largo tiempo en degradarse, como el plástico, el vidrio, el papel y los metales.

Residuos orgánicos: Residuos verdes provenientes de podas en parques y jardines; residuos de actividades agropecuarias como rastrojo, estiércol y residuos de beneficios; y residuos domésticos como restos de comida y jardín.

Sitio controlado. Sitio inadecuado de disposición final que cumple con las especificaciones de un relleno sanitario en lo que se refiere a las obras de infraestructura y operación, pero que no cumple con las especificaciones de impermeabilización.

Sitio no controlado: Sitio inadecuado de disposición final que cumple con los requisitos establecidos en la Norma en materia 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 (NOM-083-SEMARNAT-2003).

Tiradero a cielo abierto: Sitio inadecuado de disposición final que no cumple con los requisitos establecidos en la NOM-083-SEMARNAT-2003.

Tratamiento de residuos sólidos urbanos. Conjunto de acciones orientadas a la separación de los residuos para facilitar su valorización, reducción de su volumen, así como la modificación física o química de las propiedades de los materiales para facilitar su disposición final y reducir los impactos a la salud humana y de los ecosistemas.

Valorización: Principio y conjunto de acciones asociadas cuyo objetivo es recuperar el valor remanente o el poder calorífico de los materiales que

componen los residuos, mediante su reincorporación en procesos productivos, bajo criterios de responsabilidad compartida, manejo integral y eficiencia ambiental, tecnológica y económica.

2.1.2 Clasificación de los RSU.

El artículo 18 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR) establece que los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.

Orgánicos: Todo desecho de origen biológico que alguna vez estuvo vivo o fue parte de un ser vivo.

Inorgánicos: Todo desecho que no es de origen biológico (SEMARNAT, 2017b).

Sin embargo la gran diversidad y heterogeneidad de los RSU dificulta el establecimiento de criterios específicos y claros al momento de la clasificación y por ende el manejo de los mismos, por lo tanto se puede plantear una clasificación de acuerdo a la fuente genérica del origen del residuo, las fuentes específicas y los residuos generados de esas fuentes.

Tabla 1. Clasificación de los RSU.

Fuente	Origen específico	Tipo de residuos
Domiciliarios	Casas habitación	Clasificación de residuos comunes por propiedades físicas:
Institucionales	Escuelas básicas (preescolar a secundaria). Educación preparatoria y superior. Museos. Iglesias. Oficinas de gobierno. Patrimonio histórico. Bancos. Reclusorios.	Materiales Inertes. Vidrio. Plástico. Enseres domésticos. Material ferroso. Chácharas. Material no ferroso. Materiales fermentables.
Áreas y vías públicas	Calles y avenidas Carreteras federales o estatales. Parques y jardines. Áreas abiertas. Zonas federales. Balnearios. Zoológicos. Playas. Áreas arqueológicas. Parques nacionales. Mercados, tianguis y centros de abasto. Hoteles y moteles. Oficinas. Rastros. Panteones. Restaurantes. Tiendas.	Residuos alimenticios. Residuos de jardinería. Hueso. Flores (desechos). Materiales combustibles. Algodón. Papel. Cartón. . Textiles naturales y sintéticos. Pañales. Madera.
Comercial y de servicios	Presentaciones artísticas. Circos. Cines. Teatros. Estadios. Hipódromos y galgódromos. Parques deportivos. Autódromos. Velódromos. Plazas de toros. Frontón. Terminales: Marítimas Terrestres Aéreas	<i>Residuos industriales no peligrosos</i> (*) <i>Residuos potencialmente peligrosos</i> (**) Llantas. Lodos. Excremento. Secreciones. Materiales empapados de sangre. Aceites y grasas. Autos abandonados. Equipos de refrigeración, electrónicos y otros. Animales muertos Alimentos caducos Objetos punzocortantes <i>Residuos peligrosos:</i> Los que sean considerados como tales en la normatividad correspondiente y provenientes de microgeneradores.
Construcción y demolición		Otros: Cascajo

(*)*No corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos e inflamables*

(**) *Por su forma de manejo y disposición o por su contenido de materiales peligrosos.*

(Herrera, 2010).

2.1.3 Propiedades de los RSU.

Las propiedades físicas, químicas y biológicas de los RSU, y las transformaciones que pueden afectar a la forma y composición de los mismos, deben tenerse en cuenta para desarrollar y diseñar sistemas de gestión integrada de residuos sólidos, ya que deben constituir la base para la toma de decisiones respecto a dicha gestión.

De acuerdo con (Hernández, 2009) las Propiedades Físicas son:

Peso: Para hacer referencia a los residuos sólidos usualmente se utilizan unidades de peso (gramos, kilogramos, toneladas, etc.) y se hace referencia a si el peso es húmedo o seco, es decir si los residuos contienen o no humedad. Cuando se menciona el peso húmedo este corresponde al peso de los residuos tal y como se generan.

Peso Específico: La densidad o el peso específico de los residuos sólidos nos sirven principalmente para determinar el volumen ocupado por una masa de residuos. Esta densidad dependerá del grado de compactación y se da en kg/m^3 .

Porcentaje de Humedad: El porcentaje de humedad se determina a partir de la diferencia entre el peso húmedo y el peso seco de los residuos con respecto al peso húmedo o peso total de los residuos.

$$M = \frac{w-d}{w} * 100$$

Donde

M = Contenido de humedad, (%)

W = Peso inicial de la muestra según se entrega (kg)

D = Peso de la muestra después de secarse a 105°C (kg)

La humedad de los RSU depende de varios factores como la composición de los residuos, la estación del año, las condiciones ambientales de humedad y las condiciones climáticas.

Tabla 2. Contenido de humedad y la densidad de los residuos sólidos.

Tipo de residuos	H₂O	Densidad (kg/m³)
Orgánicos	70	291
Papel	6	89
Cartón	5	50
Plásticos	2	65
Textiles	10	65
Vidrio	2	196
Aluminio	2	160
Metales ferrosos	3	320
Residuos Sólidos Urbanos	15	130
Residuos sólidos urbanos compactados	20	297
Residuos en el relleno sanitario	25	600-90

Tamaño de partícula: Es importante para el reciclaje y la recuperación de algunos de los componentes, así como para la adecuación de las dimensiones de los equipos para posteriores tratamientos. La distribución del tamaño de partícula es fundamental para los métodos de incineración y transformación biológicas. El tamaño de un componente se determina mediante una de las medidas siguientes:

$$S_c = 1$$

$$S_c = \left(\frac{1+a}{2}\right)$$

$$S_c = \left(\frac{1+a+h}{3}\right)$$

Donde

S_c = tamaño del componente (mm)

l = Longitud (mm)

a = Anchura (mm)

h = Altura (mm)

Capacidad de campo: se define como la cantidad total de humedad que puede ser retenida por una muestra de residuo sometida a la acción de la gravedad. Por encima de la capacidad de campo el agua drena libremente (Miranda *et al.*, 2012.).

Permeabilidad: La conductividad hidrológica de los residuos compactados es una propiedad física importante que, en gran parte, gobierna el movimiento de líquidos y gases dentro de un vertedero. El coeficiente de permeabilidad se expresa como:

$$K = C * d^2 * \frac{\gamma}{\mu} = k * \frac{\gamma}{\mu}$$

Donde

K = Coeficiente de permeabilidad

C = Constante sin dimensiones o factor de forma

d = Tamaño medio de los poros

γ = Peso específico del agua

μ = Viscosidad dinámica del agua

k = Permeabilidad intrínseca

El término Cd^2 se conoce como permeabilidad intrínseca o específica y depende de las propiedades del material sólido, incluyendo la distribución de los tamaños de poro, la complejidad, la superficie específica y la porosidad (Hernández, 2009).

Propiedades químicas

La composición de los residuos sólidos nos sirve principalmente para los procesos de tratamiento de éstos. Principalmente se utiliza para hacer diseños de sistemas de incineración de residuos pero también nos sirve para todos los tratamientos biológicos como el compostaje y la digestión anaeróbica. De igual forma permite conocer la composición química para estimar la generación de biogás en los rellenos sanitarios.

Tabla 3. Composición Química de algunos de los Residuos Sólidos pertenecientes a los compuestos orgánicos (% peso en base seca).

Componente	C	H	O	N	S	Cenizas
Orgánicos	48	6,4	37,6	2,6	0,4	5
Papel	43,5	6,0	44,0	0,3	0,2	6
Cartón	44	5,9	44,6	0,3	0,2	5
Plásticos	60	7,2	22,8	-	-	10
Textiles	55	6,6	31,2	4,6	0,15	2,5

Contenido Energético de los Residuos Sólidos

Los residuos, al contener Carbono, Hidrógeno y Oxígeno tienen un contenido energético que les permite en algunos casos reemplazar a algunos

combustibles. Hoy en día es común encontrar, en la lucha para combatir el calentamiento global, que los residuos son incinerados o utilizados como sustitutos de combustibles. En algunos casos se utilizan residuos de madera, llantas, huesos y carne, textiles y en general residuos sólidos domiciliarios sin residuos peligrosos.

Tabla 4. Contenido energético de cada uno de los tipos de residuos.

Componente	kJ/kg
Orgánicos	4650
Papel	16750
Cartón	16280
Plásticos	32650
Textiles	17450
Vidrio	140

También es posible estimar el contenido energético de los residuos sólidos a partir de la composición química de estos aplicando la fórmula de Dulong o la Dulong modificada que se presentan a continuación:

Fórmula de Dulong:

$$(\text{kJ/kg}) = 2,326 (145C + 610(H_2 - (1/8)O_2) + 40S + 10N)$$

Fórmula de Dulong modificada:

$$(\text{kJ/kg}) = 337C + 1428 (H_2 - (1/8)O_2) + 95S$$

Propiedades biológicas

Las propiedades biológicas sólo afectan a las fracciones orgánicas de la RSU. Estas fracciones están formadas por compuestos orgánicos solubles en agua (azúcares, aminoácidos y ácidos orgánicos), hemicelulosa, celulosa,

grasas y aceites, proteínas, lignina, etc. La mayoría de estos componentes orgánicos pueden ser transformados mediante acciones biológicas en compuestos sólidos y gaseosos relativamente inertes. Los productos obtenidos dependen de las condiciones en que se realicen las transformaciones biológicas. Si el proceso de fermentación de la materia orgánica tiene lugar en condiciones anaeróbicas los productos finales son metano, dióxido de carbono y otros gases (Miranda *et al.*, 2012.)

La biodegradabilidad, entendida como la capacidad de degradarse por la acción de agentes biológicos (insectos y microorganismos) dado principalmente a su composición química traducida como la disponibilidad de carbohidratos simples (C-H-O).

En la biodegradabilidad es importante tener en cuenta el contenido de lignina (constituyente de las paredes celulares de las células fibrosas - cáscaras, cortezas, raíces, etc.) el cuál determina la fracción biodegradable de los residuos.

Tabla 5. Contenido de lignina y la fracción biodegradable de algunos residuos.

Componente	Contenido de lignina	Fracción Biodegradable (%)
Orgánicos	0,4	82
Papel periódico	21,9	22
Papel blanco	0,4	82
Cartón	12,9	47
Residuos de jardín	4,1	72

La fracción biodegradable se puede determinar a partir de la siguiente fórmula:

$$BF = 0,83 - 0,028 LC$$

Donde

BF = fracción biodegradable

LC = contenido de lignina

0.83 = Constante empírica

0.028 = Constante empírica

2.1.4 Tiempo de descomposición de algunos de los principales RSU.

El tiempo que tarda cada uno de los residuos en general varía considerablemente en función de las condiciones en que se exponga a su descomposición sin embargo consideraremos valores promedio generales de acuerdo al tipo de compuesto.

Tabla 6. Tiempo promedio de descomposición de algunos RSU.

MATERIAL	TIEMPO DE DESCOMPOSICIÓN
Materia orgánica	1 a 6 meses
Papel	1 año
PET	100 a 500 años
Envase tetra-brik	100 años
Vidrio	400 años
Latas de Aluminio	50 años
Algodón y lino	1-5 meses
Lana	1 año
Bolsas de plástico	400 años
Pañales desechables ecológicos	6 años

2.2 Normatividad en materia de RSU.

En México la normatividad nacional establece tres tipos de residuos; peligrosos, de manejo especial y sólidos urbanos, y define expresamente la competencia de su regulación a la federación, las entidades federativas y los municipios, respectivamente. Atendiendo a esta premisa la Normatividad aplicable en RSU es la siguiente.

2.2.1 A nivel nacional.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente: Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988.

TEXTO VIGENTE. Última reforma publicada DOF 24-01-2017.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente / Delitos Ambientales.

Ley General De Cambio Climático: Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 2012. TEXTO VIGENTE. Última reforma publicada DOF 01-06-2016.

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de octubre de 2003: Texto vigente. Última reforma publicada DOF 22-05-2015.

Norma Oficial Mexicana 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.

Norma Oficial Mexicana NOM-098-SEMARNAT-2002, Protección ambiental-Incineración de residuos, especificaciones de operación y límites de emisión de contaminantes. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011, Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera. Nuevo Reglamento publicado en el Diario Oficial de la Federación el 25 de noviembre de 1988. Texto vigente. Última reforma publicada DOF 31-10-2014.

Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Texto vigente. Nuevo Reglamento publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2006. Última reforma publicada DOF 31-10-2014.

Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia del Registro Nacional de Emisiones: TEXTO VIGENTE. Nuevo Reglamento publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28 de octubre de 2014.

2.2.2 Normatividad en materia de RSU a nivel estatal

La Ley de Desarrollo sustentable y Protección al Ambiente del Estado de México.

Código Para La Biodiversidad Del Estado de México.

Reglamento Del Libro Cuarto Del Código Para La Biodiversidad Del Estado de México.

Norma técnica estatal ambiental ntea-013-sma-rs-2011, que establece las especificaciones para la separación en la fuente de origen, almacenamiento separado y entrega separada al servicio de recolección de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, para el Estado de México.

Norma técnica estatal ambiental ntea-010-sma-rs-2008 que establece los requisitos y especificaciones para la instalación, operación y mantenimiento de infraestructura para el acopio, transferencia, separación y tratamiento de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, para el Estado de México.

Norma técnica estatal ambiental ntea-011-sma-rs-2008 que establece los requisitos para el manejo de los residuos de la construcción para el Estado de México.

2.3 Evolución Hombre-residuos sólidos urbanos.

La vida de las personas se inserta en un contexto ambiental, donde los aspectos físicos constituyen la base natural del ambiente humano. Asimismo sus dimensiones sociales, políticas, económicas y culturales definen el rumbo y utilizan los recursos con los cuales las personas modifican y construyen el ambiente a partir de sus necesidades y aspiraciones, y a la vez la conducta humana es influenciada por las características de ese ambiente que él mismo ha modelado. Las personas aprenden y actúan sobre la naturaleza o el ambiente construido para satisfacer sus necesidades y esta satisfacción de necesidades va más allá de asegurar la existencia, creando productos industriales que determinan nuevas relaciones con el ambiente, al producir más en menos tiempo y desechar en mayor cantidad, produciendo mayor contaminación (Brito y Pasquali, 2006).

La historia de lo que comúnmente llamamos basura va de la mano con la historia evolutiva del hombre. Desde el Paleolítico, el hombre ha producido residuos, la especie humana ha explotado los diversos recursos que la naturaleza ha puesto a su alcance (Tur, 2012). Huesos con trozos de piel adheridos y probablemente la cabeza de la que no podían sacar mucho constituyeron la primera basura. Por supuesto, aquellas chuletas y costillas no venían empaquetadas en una bandeja de styrofoam (unicel) con cubierta de celofán (Barcala, 2014).

En gran parte del mundo desarrollado, el embalaje constituye un tercio de la vertiente de desechos sólidos no industriales. A medida que estos países aceleran su ritmo para aumentar los estándares de vida, también son testigos del incremento de los desechos del embalaje (EPA, 2017); ya que el desarrollo económico e industrial se ha caracterizado por una acumulación de la población en los núcleos urbanos, y cambios en los hábitos de consumo hacia productos más elaborados que proporcionan un ahorro de tiempo al consumidor pero incrementan los residuos (Villa, 1999). Gran parte del problema se acrecienta con los conceptos de la globalización económica, donde todo se ha vuelto desechable (Herrera, 2010).

En la antigüedad, se establecieron las primeras civilizaciones y los grandes imperios, llevando asociados nuevos tipos de residuos que en algunas ciudades se recogían en contenedores de arcilla o en fosas que se vaciaban y limpiaban periódicamente y, en otras, eran arrojados a las afueras de la ciudad, cubiertos con tierra o quemados regularmente. En la Edad Media, muchos de los conocimientos tecnológicos y normas de higiene se perdieron, y las plagas y epidemias tuvieron un impacto terrible en la población (León, 2008). Sin embargo el manejo de residuos sólidos ha crecido en importancia en los últimos años, al tiempo que las nuevas tecnologías para convertir basura en recursos contribuyen a resolver el desafío de sus disposición final (Harvey, 2012).

Uno de los rasgos del sistema económico y del consumo actual es que crea necesidades artificiales. Mediante la constante publicidad y otras técnicas,

convencen y atrapan a las personas en el círculo vicioso del consumo, del que es muy complicado salir una vez que se ha entrado (Ventura, 2013). Si bien en los últimos años, los municipios, comercios y el área industrial han comenzado a demandar servicios especializados y con tecnología de vanguardia para el manejo de sus residuos, la basura sigue siendo una grave problemática, sobre todo para los encargados desde su recolección hasta la disposición final.

Las dimensiones del flujo de desechos tienen directa correspondencia con la capacidad de poder adquisitivo, de ahí que haya una correlación proporcional entre el incremento del PIB, el consumo energético y material y la generación de residuos. Dicho de otro modo, el incremento del metabolismo social o del consumo de energía y materiales se refleja tanto en el aumento del uso total de recursos naturales como en la generación de residuos de todo tipo. Por lo dicho, es relevante dar cuenta del dinamismo metabólico de la humanidad (Ramos, 2016).

2.4 impacto de los RSU.

Los diferentes modelos económicos, el nivel de industrialización y sobre todo nuestras necesidades como parte integral de un sistema económico industrializado se reflejan en un aumento sostenido del consumo con elevado impacto en el volumen y la composición de los residuos producidos por las sociedades en todo el mundo; lo cual ha traído consigo graves consecuencias

ambientales, ya que la inadecuada disposición de los residuos resulta negativa tanto para la salud de las personas como de los ecosistemas naturales.

Entre los impactos que derivan de un mal manejo de RSU encontramos:

- Generación de contaminantes y gases de efecto invernadero
- Contaminación del suelo
- Contaminación de cuerpos de agua por lixiviados
- Proliferación de fauna nociva
- Focos de infecciones y enfermedades
- Contaminación visual.

2.5 RSU a nivel mundial.

En la actualidad, las ciudades mundiales generan alrededor de 1.300 millones toneladas de residuos sólidos por año. Este volumen se espera que aumente a 2.200 millones de toneladas para 2025. Las tasas de generación de residuos se duplicarán los próximos veinte años en los países de menores ingresos(Hoornweg y Bhada-Tata, 2012).

Para muchos expertos, los basurales o rellenos sanitarios que abundan en la región son miles de dólares tirados, paradójicamente, a la basura. Si es separada en origen, alrededor del 90% podría ser reconvertido en combustible o reciclado. Cuando no, solo el 30% puede destinarse a otros

usos(BancoMundial, 2013). Dos de los principales problemas a nivel global que la humanidad debe afrontar si quiere perpetuar su presencia en este planeta, son el manejo de residuos y el agua. Ambos requieren de compromisos nacionales serios, innovación e imaginación, de lo contrario, los países que retrasen estos esfuerzos enfrentarán una severa crisis en el mediano plazo (León, 2017). En los países de ingreso bajo, la gestión de los RSM es, con frecuencia, la partida más grande del presupuesto de las ciudades y una de las actividades que genera más empleo. Es raro que una ciudad que no puede gestionar sus residuos de manera eficaz sea capaz de gestionar servicios más complejos, como la salud, la educación o el transporte. La mejora de la gestión de los RSM es una de las maneras más eficaces de fortalecer la gestión general municipal (BancoMundial, 2012).

La contaminación generada por la acumulación de residuos sólidos está presente en todas las metrópolis de América Latina, afectando el ecosistema. Dicha contaminación es causada por la población y su aglomeración en zonas urbanas. Los datos estadísticos de las metrópolis latinoamericanas permiten establecer una relación directa entre población y acumulación de residuos sólidos y también entre nivel de ingresos y generación de residuos, mostrando que la relación población-residuos sólidos está mediada por variables económicas y culturales (Escobar, 2002).

2.6 Informe sobre RSU de SEMARNAT México 2016.

México cuenta con 1 964 375 km² de superficie territorial y una población de 122 273 473 las cuales generaron un total de 42 102.7 mil toneladas de RSU (INEGI, 2016a).

La problemática en materia de RSU que enfrenta nuestro país tiene un marcado impacto social, económico y de salud, pues en esta se incluyen la insuficiencia de recursos económicos, técnicos y humanos. México, como muchos países en el mundo, enfrenta serios problemas ambientales asociados con su tipo de crecimiento económico y demográfico, mismos que se expresan en condiciones de deterioro de su patrimonio natural (INEGI, 2011); hay una gran generación de residuos que no son tratados de la manera adecuada. Los municipios pequeños no tienen los recursos para el tratamiento adecuado de la basura pues apenas les alcanza para hacer la recolección, muchas veces ineficiente (Martínez, 2017), además de que el manejo de residuos sólidos municipales no fue objeto de política hasta los años ochenta (León*, 2005).

Según la comparativa más reciente, de 2013, de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), en 2010, México se posicionó en el cuarto lugar en la generación RSU generados por 32 de los 34 países que integran la OCDE, con 6.1% de los 658.4 millones de toneladas de RSU generados en ese año. La proporción de los países que aportaron mayoritariamente a la generación de RSU fue: Estados Unidos de América

33.5%, Japón 7.3% y Alemania 7.2 por ciento. La composición de los RSU, fue la siguiente: comida 34%, jardín 15%, papel 14%, textil 3%, pañales 3%, madera y paja 1% y 30% otros residuos que no contribuyen con las emisiones de GEI en sitios de disposición final.

Volumen estimado de residuos sólidos urbanos generados por tipo						Cuadro 1.16
Años seleccionados de 1995 a 2016						1a. parte
Miles de toneladas						
Año	Total	Papel, cartón y productos de papel	Textiles	Plásticos	Vidrios	Aluminio
1995	30 509.6	4 292.7	454.6	1 336.3	1 800.1	488.2
2000	30 733.0	4 324.1	457.9	1 346.1	1 813.3	491.7
2001	31 488.6	4 430.4	469.2	1 379.2	1 857.8	503.8
2002	32 173.6	4 526.8	479.4	1 409.2	1 898.2	514.8
2003	32 915.7	4 904.5	497.0	2 014.4	2 156.0	586.0
2004	34 602.5	5 160.0	520.1	2 115.8	2 210.0	606.0
2005	35 404.9	5 275.0	530.0	2 161.8	2 262.0	620.0
2006	36 135.0	5 388.0	542.0	2 208.0	2 309.0	633.0
2007	36 865.0	5 489.3	552.0	2 223.0	2 341.0	650.0
2008	37 595.0	5 199.4	537.6	4 094.1	2 210.6	650.4
2009	38 325.0	5 300.4	548.0	4 173.6	2 253.5	663.0
2010	40 058.8	5 540.2	572.8	4 362.4	2 355.5	693.0
2011	41 062.5	5 679.0	587.2	4 471.7	2 414.5	710.4
2012	42 102.8	5 822.8	602.1	4 585.0	2 475.7	728.4
2013	41 655.6	5 914.8	602.7	4 208.2	2 530.5	734.4
2014	42 403.4	6 020.5	612.6	4 388.5	2 577.4	750.3
2015	43 151.2	6 126.2	622.5	4 568.7	2 624.4	766.2
2016	43 898.8	6 231.9	632.4	4 748.9	2 671.3	782.0

Figura 1. Volumen estimado de RSU generados por tipo de 1995-2016. INEGI, 2016a.

En el esquema nacional el manejo de RSU se maneja en un esquema prácticamente municipal, donde se carece de infraestructura técnica, apoyo económico y aún existen enormes vacíos legales, lo que impide un manejo óptimo, donde se está muy lejos de minimizar el volumen y la generación de

dichos residuos. Desde una perspectiva general la mayoría de los municipios no han cumplido con los plazos fijados en diversos compromisos normativos, convenios o bien tratados a nivel internacional. En 2013 en México se generaron 117,258 toneladas al día (42.79 millones de toneladas al año) de RSU y solo el 83.5% se recolectaron (INECC, 2015), mientras que para el 2015 la cifra alcanzó los 5.31 millones de toneladas diarias, que si se expresa por habitante, alcanzó 1.2 kilogramos en promedio diario (SEMARNAT, 2017a).

El aumento en la generación de residuos sólidos urbanos puede explicarse como resultado de múltiples factores, reconociéndose entre los más importantes el crecimiento urbano, el desarrollo industrial, las modificaciones tecnológicas y el cambio en los patrones de consumo de la población, entre otras. En México, como en el caso de muchos otros países, el crecimiento de la generación marcha a la par del gasto del consumo final privado y el PIB nacional.

Puesto en términos sencillos, esta relación que se ha observado también en otras regiones del mundo, se traduce en que a mayores niveles de consumo se produce un mayor volumen de residuos. En el caso mexicano, entre 2003 y 2012, el producto interno bruto (PIB) y la generación de residuos crecieron prácticamente a la misma tasa (alrededor de 2.77% anual). Esta misma relación puede encontrarse a nivel de entidad federativa: aquellas que contribuyeron mayormente al PIB nacional también lo hicieron al volumen nacional de RSU. No obstante, en algunos casos la contribución a la producción total nacional de

RSU de algunas entidades se desvía notablemente de la tendencia general, como en el caso del estado de México (que produce más residuos respecto a la tendencia) o Campeche (que produce menos de lo esperado). Esto se explica básicamente por la alta contribución al PIB del estado de México debida a su importante actividad industrial y a su alta población; mientras que en el caso de Campeche, su comportamiento se debe a su intensa actividad petrolera y a su baja población”.

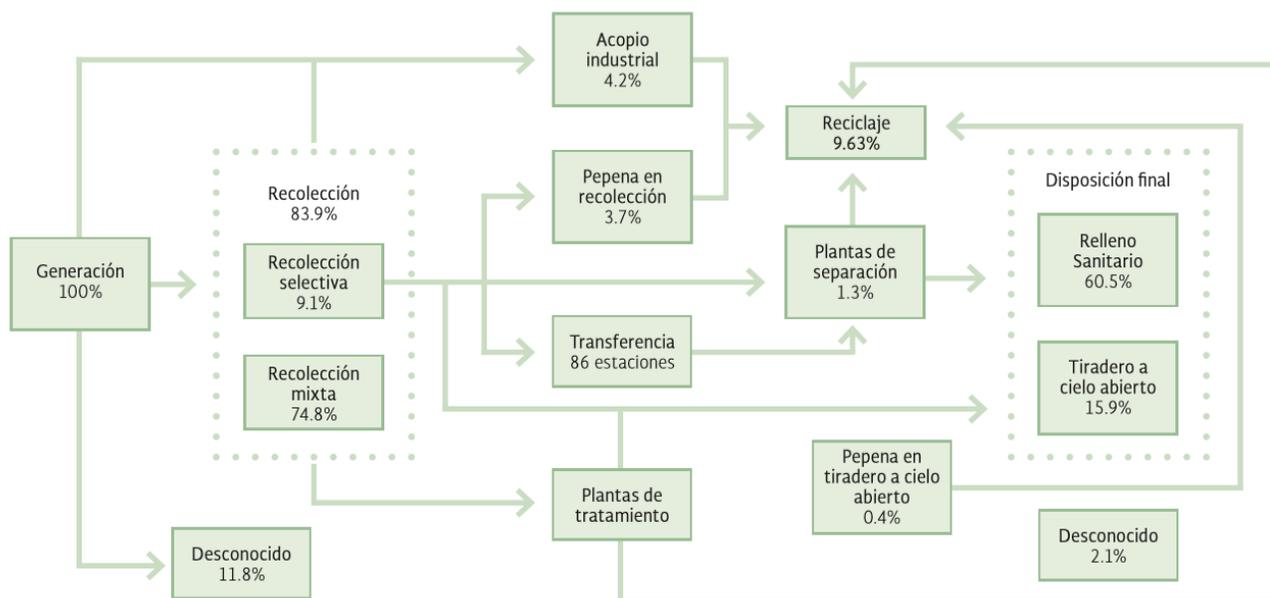


Figura 2. . Diagrama Nacional de los RSU. INECC. 2015.

En México, la mejor solución para la disposición final de los residuos sólidos urbanos son los rellenos sanitarios. De acuerdo a lo establecido en la LGPGIR, este tipo de infraestructura debe incorporar obras de ingeniería particulares y métodos que permitan el control de la fuga de lixiviados y el adecuado manejo de los biogases generados. En 2012, a nivel nacional la disposición final en rellenos sanitarios y sitios controlados alcanzó poco más del

74% del volumen de RSU generado, lo que representa un incremento de alrededor del 83% con respecto al año 1997, en el cual se disponía cerca del 41% de los residuos. Mientras tanto, de los residuos generados, el 21% se depositó en sitios no controlados y el 5% restante fue reciclado.

En México, según la cifra más reciente publicada en 2015, la generación de RSU alcanzó 53.1 millones de toneladas, lo que representó un aumento del 61.2% con respecto a 2003 (10.24 millones de t más generadas en ese período). Si se expresa por habitante, alcanzó 1.2 kilogramos en promedio diariamente en el mismo año.

El aumento en la generación de residuos sólidos urbanos puede explicarse como resultado de múltiples factores, reconociéndose entre los más importantes el crecimiento urbano, el desarrollo industrial, las modificaciones tecnológicas y el cambio en los patrones de consumo de la población, entre otras. En México, como en el caso de muchos otros países, el crecimiento de la generación marcha a la par del gasto del consumo final privado² y el PIB nacional. Puesto en términos sencillos, esta relación que se ha observado también en otras regiones del mundo, se traduce en que a mayores niveles de consumo se produce un mayor volumen de residuos. En el caso mexicano, entre 2003 y 2012, el producto interno bruto (PIB) y la generación de residuos crecieron prácticamente a la misma tasa (alrededor de 2.77% anual).

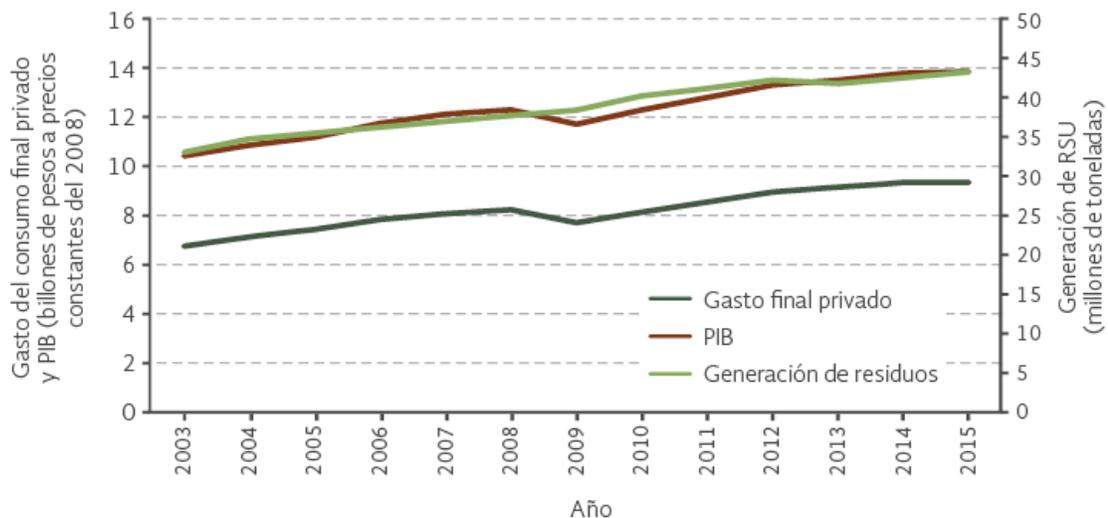


Figura 3. Generación de RSU, producto interno bruto (PIB) y gasto del consumo final privado en México. SEMARNAT, 2017a.

Esta misma relación puede encontrarse a nivel de entidad federativa: aquellas que contribuyeron mayormente al PIB nacional también lo hicieron al volumen nacional de RSU. No obstante, en algunos casos la contribución a la producción total nacional de RSU de algunas entidades se desvía notablemente de la tendencia general, como en el caso del estado de México (que produce más residuos respecto a la tendencia) o Campeche (que produce menos de lo esperado). Esto se explica básicamente por la alta contribución al PIB del estado de México debida a su importante actividad industrial y a su alta población; mientras que en el caso de Campeche, su comportamiento se debe a su intensa actividad petrolera y a su baja población.

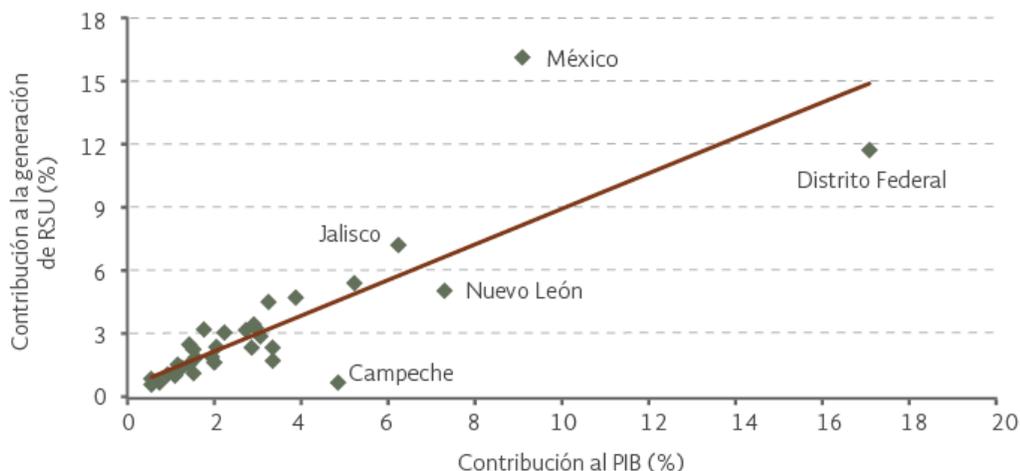


Figura 4. Contribución al PIB y a la generación de RSU por entidad federativa, 2012. SEMARNAT, 2017a.

Las diferencias en la distribución de la población sobre el territorio provocan que la generación de residuos varíe geográficamente: los mayores volúmenes se producen en las zonas con mayor concentración de población. De acuerdo con la regionalización de la SEDESOL, en 2012 la región Centro concentró el 51% de la generación de RSU, le siguió la región Frontera Norte con 16.4% y el Distrito Federal con el 11.8%. Dentro de las regiones, entre 1997 y 2012 el patrón de generación ha sido muy heterogéneo: en la región Frontera Norte aumentó 214%, en la zona Centro 53%, en la Sur 49% y en el Distrito Federal aumentó 20%. La única región que mostró una reducción del 25% en ese periodo fue la Norte, al pasar de 6 a 4.5 millones de toneladas de RSU.

Si se clasifica a las entidades federativas por el volumen de RSU producidos, cinco concentraron el 45.7% en 2012: el estado de México (6.7 millones de t; 16.1% del total nacional), el Distrito Federal (4.9 millones de t; 11.8%), Jalisco

(3.1 millones de t; 7.2%), Veracruz (2.3 millones de t; 5.5%) y Nuevo León (2.2 millones de t; 5.1%); mientras que las que registraron los menores volúmenes fueron Nayarit (347 mil t; 0.82%), Tlaxcala (339 mil t; 0.81%), Campeche (272 mil t; 0.65%), Baja California Sur (259 mil t; 0.62%) y Colima (228 mil t; 0.5%).



Figura 5. Generación de RSU por región, 2012. SEMARNAT, 2017a.

Entre entidades federativas existen diferencias en la capacidad de recolección. En 2012, los seis estados con el mayor volumen de recolección de RSU fueron Aguascalientes (98.9% del volumen generado), Baja California (97.7%), Nuevo León (97.7%), Oaxaca (97.1%), Baja California Sur y Distrito Federal (ambos con 97%). Por el contrario, los estados con los menores valores fueron Colima (82.1%), estado de México (88.0%), Hidalgo (89.3%) y Nayarit (90.0%)

Frecuentemente la capacidad de recolección difiere entre localidades: usualmente las zonas metropolitanas cuentan con una mayor infraestructura y

presupuesto para la gestión de los residuos que las localidades rurales, por lo que su capacidad de recolección es también mayor. En 2012, en las zonas metropolitanas del país la cobertura en la recolección de los residuos alcanzó 90%, mientras que en las ciudades medias fue de 80%, en las pequeñas de 26% y en las localidades rurales o semiurbanas alcanzó 13%.

A nivel nacional, el 95.6% de los municipios³ cuentan con servicio de recolección, y sólo Oaxaca presenta un número importante de entidades sin este servicio: 87 municipios; lo que representa el 3.5% de los municipios a nivel nacional y el 15% de los municipios de ese estado.



Figura 6. Población con acceso a recolección de RSU a nivel nacional, 1998-2012. SEMARNAT, 2017a.

En cuanto a la población beneficiada con este servicio, se incrementó de 83.4 a 92.7% entre 1998 y el año 2012. En este último año los estados con mayor porcentaje de población con acceso a la recolección de

residuos fueron Aguascalientes (99.1% de la población), Baja California Sur (98.7%), Querétaro (97.8), Nuevo León (97.4) y Oaxaca (97.3%). Los estados con menor población con acceso a este servicio fueron Nayarit (89.4%), estado de México (85.7%) y Colima (82.3%).

La separación de los residuos sólidos recolectados y su transporte hacia las zonas de disposición final puede tener múltiples ventajas para su manejo. Cuando los residuos se separan previamente a su recolección es posible aumentar la cantidad y la calidad de los materiales reciclables; en contraste, los que se recuperan a partir de residuos no separados tienden por lo general a estar contaminados, lo que reduce su valor en el mercado y su posible reciclaje.

De acuerdo a la información del Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales del 2013, hasta 2010 sólo 11% de la recolección de desechos en el país era selectiva; las entidades que colectaron de esta forma el mayor volumen de sus residuos fueron Querétaro (57% del volumen producido en la entidad), Jalisco (40%) y Nuevo León (30%). En ese mismo año, 12 entidades federativas no realizaban recolección de este tipo.

En México, la mejor solución para la disposición final de los residuos sólidos urbanos son los rellenos sanitarios. De acuerdo a lo establecido en la LGPGIR, este tipo de infraestructura debe incorporar obras de ingeniería particulares y métodos que permitan el control de la fuga de lixiviados y el adecuado manejo de los biogases generados. En 2012, a nivel nacional la disposición final en rellenos sanitarios y sitios controlados alcanzó poco más del

74% del volumen de RSU generado, lo que representa un incremento de alrededor del 83% con respecto al año 1997, en el cual se disponía cerca del 41% de los residuos. Mientras tanto, de los residuos generados, el 21% se depositó en sitios no controlados y el 5% restante fue reciclado.

En general, los avances en materia de rellenos sanitarios se han dado principalmente en las grandes ciudades. Cuando se analiza la disposición adecuada de los residuos por tipo de localidad, en 2012 el 90% de las zonas metropolitanas disponían sus residuos en rellenos sanitarios y sitios controlados, mientras que tan solo el 4.5% en las localidades rurales o semiurbanas lo hacía del mismo modo.

En la actualidad todas las entidades, excepto el Distrito Federal, cuentan con rellenos sanitarios para disponer sus residuos. Los residuos del Distrito Federal se disponen en cuatro rellenos sanitarios en el estado de México: La Cañada, Cuautitlán, El Milagro y Tepoztlán; y uno más en el estado de Morelos, en Cuautla. Las entidades que tienen más rellenos sanitarios son el estado de México (28), Jalisco (27), Veracruz y Chihuahua (con 18 cada uno) y Guanajuato.

En cuanto al volumen dispuesto en los rellenos sanitarios por nivel de entidad federativa, el Distrito Federal, Aguascalientes y Quintana Roo dispusieron la totalidad de sus residuos en rellenos sanitarios en 2012. En contraste, Oaxaca, Tabasco, Hidalgo y Chiapas dispusieron menos del 43% de sus residuos en dichos sitios ese mismo año.

El volumen de materiales reciclados en México es reducido: en 2012 alcanzó alrededor del 9.6% del volumen de los residuos generados. Esta cifra resulta baja cuando se compara con lo reportado para los países que forman parte de la OCDE, que en promedio reciclaron en ese mismo año alrededor del 24% de sus residuos, con algunos países con porcentajes cercanos o mayores al 50%, como en el caso de Corea del Sur y Alemania (58 y 47%).

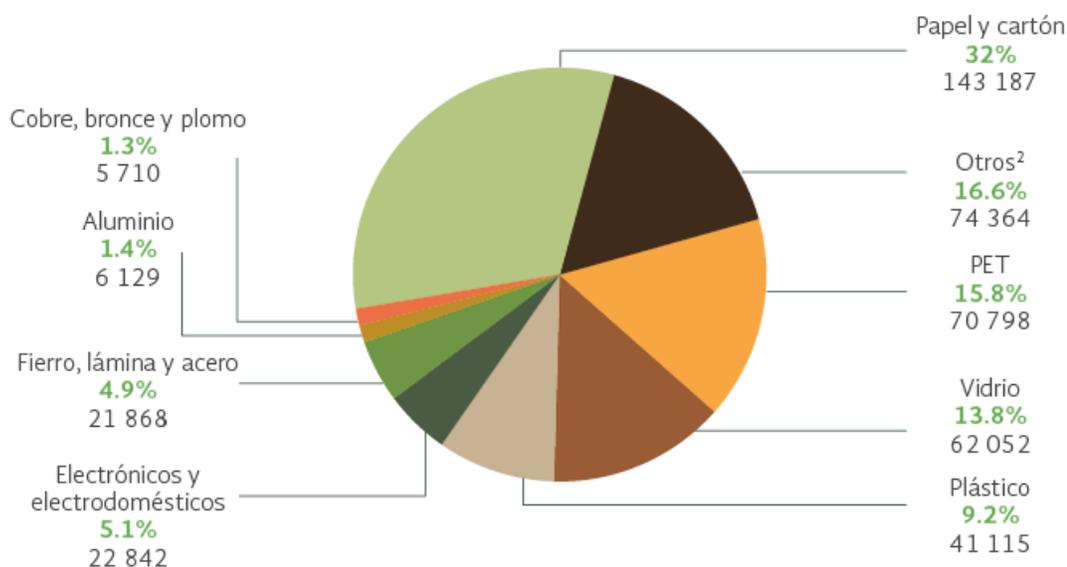


Figura 7. Composición de los RSU recolectados valorizables, 2012. SEMARNAT 2017a.

Según el CNGMD (INEGI, 2013), del volumen total reciclado en el país en 2012, el mayor porcentaje correspondió a papel, cartón y productos de papel (32%), seguido por el PET (15.8%), vidrio (13.8%), plásticos (9.2%), metales (7.6%) y los electrónicos y electrodomésticos (5.1%); (Figura 7). Si se considera el volumen reciclado de cada tipo de RSU con respecto a su volumen producido, los sólidos que más se reciclaron en 2012 fueron los metales (39%),

el vidrio (23.5%) y el papel (14.7%). De los plásticos y textiles desechados sólo se recicla alrededor del 0.5% de cada uno de ellos.

Si se clasifica a las entidades federativas por el volumen de RSU producidos, cinco concentraron el 45.7% en 2012: el estado de México (6.7 millones de t; 16.1% del total nacional), el Distrito Federal (4.9 millones de t; 11.8%), Jalisco (3.1 millones de t; 7.2%), Veracruz (2.3 millones de t; 5.5%) y Nuevo León (2.2 millones de t; 5.1%); mientras que las que registraron los menores volúmenes fueron Nayarit (347 mil t; 0.82%), Tlaxcala (339 mil t; 0.81%), Campeche (272 mil t; 0.65%), Baja California Sur (259 mil t; 0.62%) y Colima (228 mil t; 0.5%) (SEMARNAT, 2017a).

2.7 Manejo de residuos sólidos urbanos en México.

El manejo de los RSU se resume a un ciclo que comienza con su generación y acumulación temporal, continua con su recolección, transporte y transferencia y finaliza con la acumulación final de los mismos (Kless y Coccato, 2005).

Desde el punto de vista ambiental y de salud pública, el manejo adecuado de los residuos en las etapas que siguen a su generación permite mitigar los impactos negativos sobre el ambiente, la salud y reducir la presión sobre los recursos naturales (SEMARNAT, 2017a).



Figura 8. Iconografía para la clasificación, reciclaje y valoración de los RSU en México. SEMARNAT, 2015.

El manejo de residuos sólidos incluye todas las actividades que buscan minimizar los impactos en la salud, el medio ambiente y la estética de estos (Zhu *et al.*, 2008). El aumento de la cantidad de residuos convierte su tratamiento y gestión en un problema actual que requiere una solución eficaz (desde un punto de vista técnico), para limitar el daño ambiental, y eficiente desde el punto de vista económico para conseguir el tratamiento adecuado de los residuos al mínimo coste (Villa, 1999). La gestión de residuos sólidos es la única cosa que cada gobierno de la ciudad prevé a sus residentes. Si bien los niveles de servicio, los impactos y los costos varían drásticamente, la gestión de residuos sólidos es, sin duda, el más importante servicio municipal y sirve como prerrequisito para otra acción municipal (Hoornweg y Bhada-Tata, 2012).

La producción y el consumo de bienes y servicios generan inevitablemente algún tipo de residuos. Éstos pueden ser sólidos (ya sea de naturaleza orgánica o inorgánica), líquidos (que incluyen a los que se vierten disueltos como parte de las aguas residuales) y los que escapan en forma de gases. Todos ellos, en función de su composición, tasa de generación y manejo pueden tener efectos muy diversos en la población y el ambiente. En algunos casos, sus efectos pueden ser graves, sobre todo cuando involucran compuestos tóxicos que se manejan de manera inadecuada o se vierten de manera accidental (SEMARNAT, 2017a).

Desde el punto de vista ambiental y de salud pública, el manejo adecuado de los residuos en las etapas que siguen a su generación permite mitigar los impactos negativos sobre el ambiente, la salud y reducir la presión sobre los recursos naturales

El reuso y el reciclaje de materiales son fundamentales para reducir la presión sobre los ecosistemas y otras fuentes de recursos de las que se extraen. Paralelamente disminuye tanto el uso de energía y de agua necesarios para su extracción y procesamiento, como la necesidad de espacio para disponer finalmente los residuos. Desde el punto de vista económico, un menor volumen de residuos que requieren de disposición final reduce los costos de operación; según estimaciones de la OCDE, el monto destinado al manejo y tratamiento de residuos en los países miembro asciende a cerca de un tercio de los recursos financieros que destina el sector público para el abatimiento y control de la contaminación.

La gestión de residuos sólidos es la única cosa sobre cada gobierno de la ciudad prevé sus residentes. Si bien los niveles de servicio, los impactos y los costos varían drásticamente, la gestión de residuos sólidos es, sin duda, el más importante servicio municipal y sirve como prerrequisito para otra acción municipal. En la actualidad, las ciudades mundiales generan alrededor de 1.300 millones toneladas de residuos sólidos por año. Este volumen es se espera que aumente a 2.200 millones de toneladas para 2025. Las tasas de generación de residuos se duplicarán los próximos veinte años en los países de menores ingresos. A nivel mundial, los costos de manejo de los 205.400 millones de dólares anuales actuales alrededor de 375.500 millones de dólares en 2025. Los aumentos más graves en los países de bajos ingresos (más que los incrementos de 5 veces) y los ingresos medios-bajos países (más de 4 veces más) (Hoornweg, D. and P. Bhada-Tata (2012)).



Figura 9. Diagrama de manejo de RSU en México.

2.7.1 Generación.

En 2012 la producción mundial de residuos sólidos urbanos se calculó en alrededor de 1 300 millones de toneladas diarias, y se estima que podría crecer hasta los 2 200 millones en el año 2025 (Hoornweg y Bhada-Tata, 2012). La generación global de RSU muestra una disparidad regional en cuanto a su volumen, determinada, en general, por el desarrollo económico y la proporción de la población urbana. En el año 2010, cerca del 44% de los RSU producidos en el planeta correspondieron a los países con las economías más desarrolladas de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. En el caso de Latinoamérica y el Caribe, contribuyeron con el 12% del total, detrás de los países que integran las regiones del Pacífico y del este de Asia.

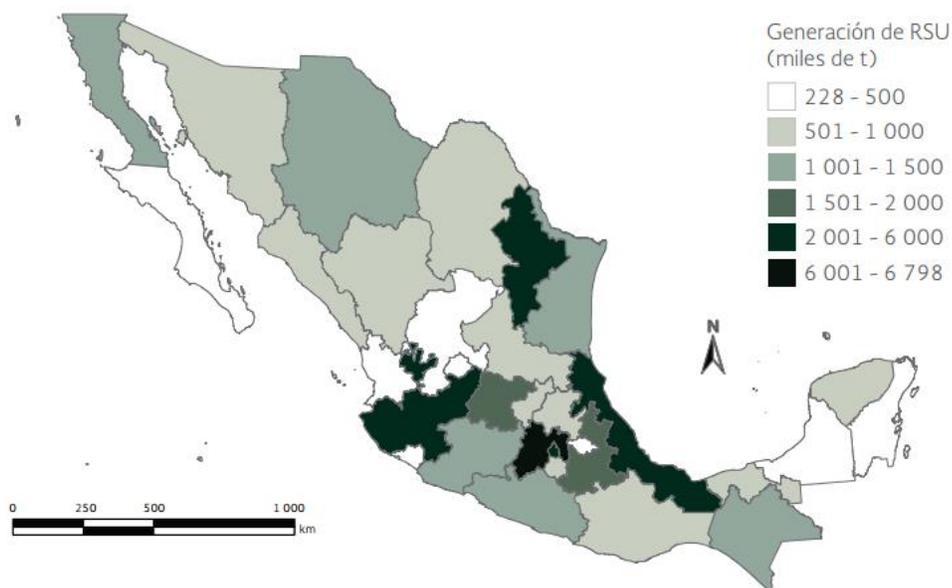


Figura 10. Generación RSU por entidad federativa. SEMARNAT, 2017a.

La generación de residuos está íntimamente ligada al proceso de urbanización. En general se reconoce que éste se acompaña por un mayor incremento del poder adquisitivo de la población que conlleva a estándares de vida con altos niveles de consumo de bienes y servicios, lo que produce un mayor volumen de residuos. Por el contrario, en las comunidades pequeñas o rurales, los habitantes basan principalmente su consumo en productos menos manufacturados que, por lo general, carecen de materiales que terminan como residuos (como las envolturas, por ejemplo).

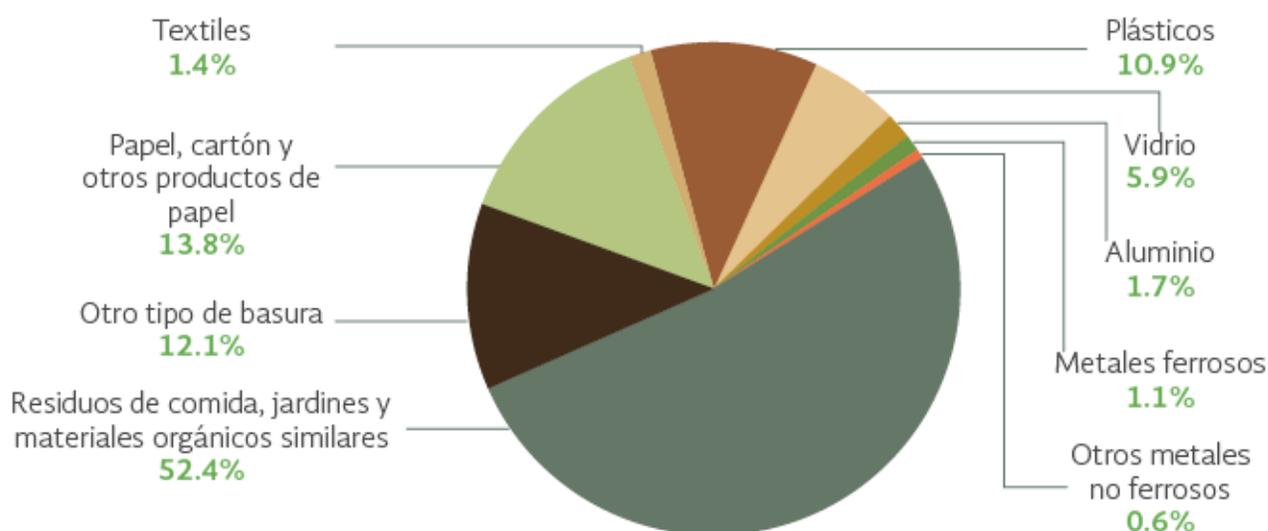


Figura 11. Composición de los RSU en México, 2012. SEMARNAT, 2017a.

2.7.2 Recolección

La evolución de la generación de residuos por tipo de localidad entre 1997 y 2012 muestra que las ciudades pequeñas fueron las que, en términos porcentuales, incrementaron mayormente sus volúmenes de generación de residuos (pasaron de 1.9 a más de 3.5 millones de t, es decir, un incremento de

84%), seguidas por las zonas metropolitanas (de 11.2 a 18 millones de t; 61%) y las ciudades medias (de 11.8 a 15.8 millones de t; 34%); las localidades rurales o semiurbanas fueron las que menor crecimiento porcentual registraron, al pasar de 4.4 a 4.7 millones de toneladas (7%) (SEMARNAT, 2017a).

En general, la predominancia de residuos orgánicos o inorgánicos se asocia a la condición económica de la población: en los países con menores ingresos dominan los de composición orgánica, mientras que en los países con mayores ingresos los residuos son principalmente inorgánicos, con una cantidad importante de productos manufacturados. México está migrando hacia una composición con una menor predominancia de residuos orgánicos: en la década de los años 50, el porcentaje de residuos orgánicos oscilaba entre 65 y 70% de su volumen, mientras que en 2012 esta cifra se redujo a 52.4%. Componentes importantes de los residuos que se producen en el país son también el papel y sus derivados (13.8%) y los plásticos (10.9%).

La recolección es un servicio público que comprende la colecta de los RSU en el sitio donde se producen (usualmente las casas, las industrias, los comercios o los edificios públicos) y su traslado hasta el sitio donde se tratan o disponen. Desde el punto de vista ambiental y de salud pública, tiene una relevancia fundamental, además de que los residuos que se colectan (al menos una parte de ellos) pueden ser recuperados o dispuestos adecuadamente. En contraste, aquellos que no se recolectan pueden permanecer en los sitios de generación o diseminarse, ocasionando efectos negativos, tales como: obstruir desagües y cursos de agua (con potenciales riesgos de inundaciones),

contaminar los cuerpos de agua y los suelos, deteriorar el paisaje o convertirse en fuente de enfermedades potenciales a la población, entre otros.

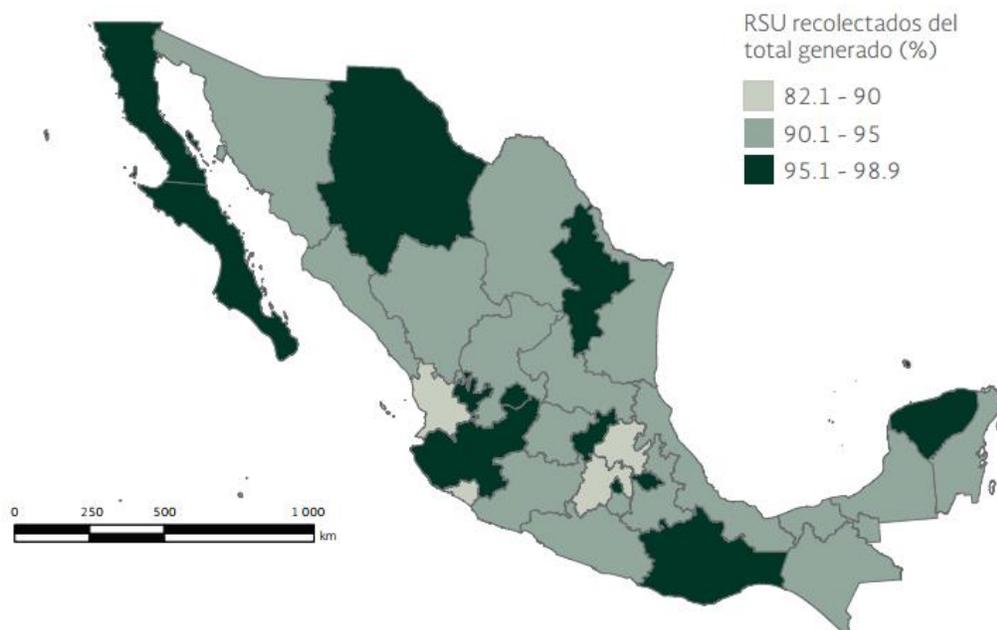


Figura 12. Recolección RSU por entidad federativa. SEMARNAT, 2017a.

Por lo general, los países de ingresos altos recolectan un porcentaje mayor de los residuos generados (alrededor de 98%) que las economías de bajos ingresos (41%; Hoornweg y Bhada-Tata, 2012). En los países de la OCDE, la colecta de residuos promedia alrededor del 98% de la generación, mientras que en África esta cifra alcanza 46%. En el caso de Latinoamérica y el Caribe, la recolección se encuentra alrededor del 78%. En México, en 2012 la recolección ascendía al 93.4% de los residuos generados, esto es, 8.8 unidades porcentuales por arriba de su valor en 1998.

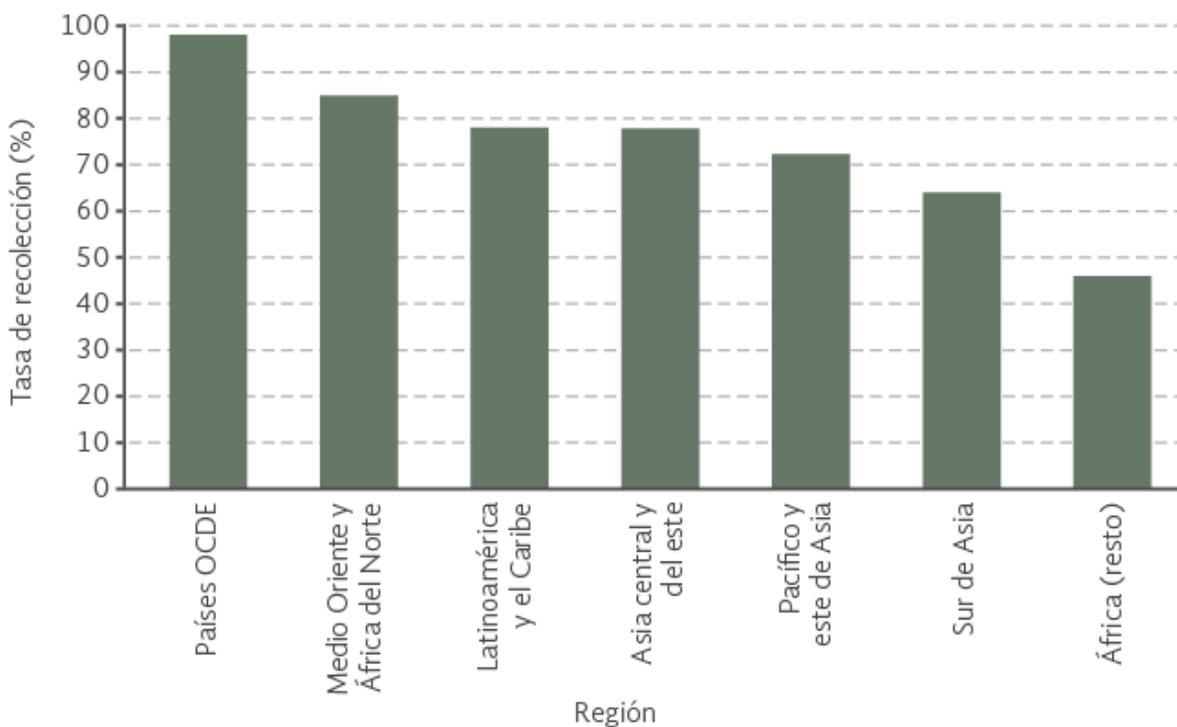


Figura 14. Nivel de recolección global de RSU por región, 2012. SEMARNAT, 2017a.

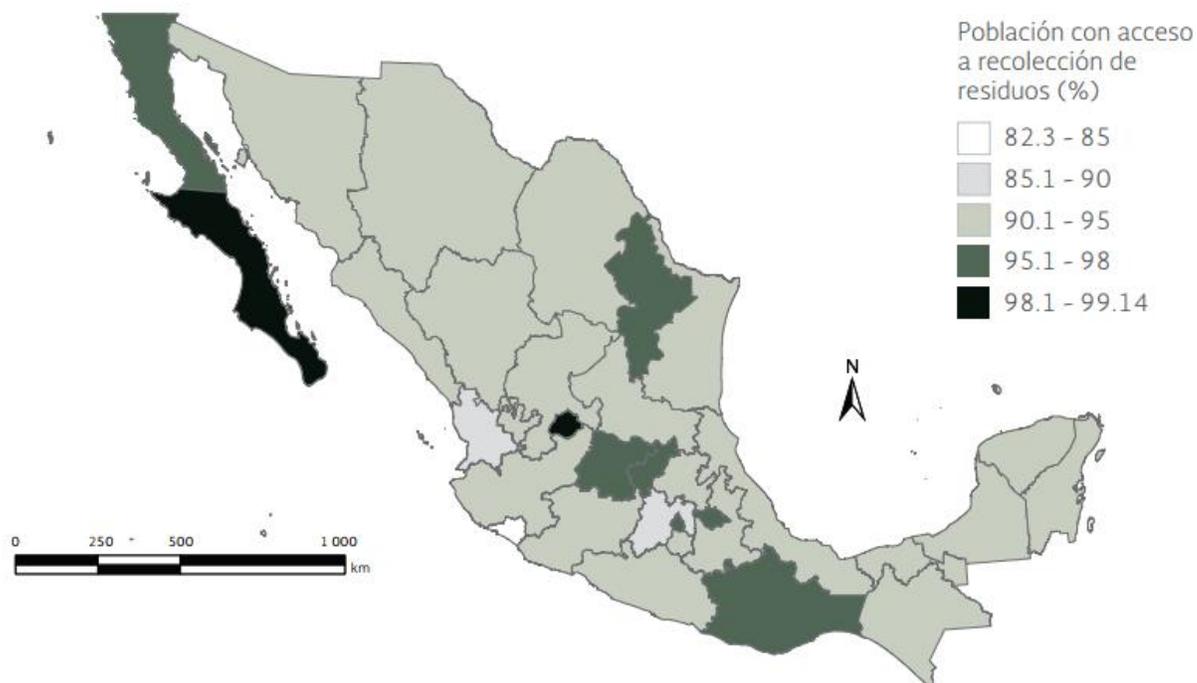


Figura 13. Población con acceso a recolección de RSU por entidad federativa, 2012. SEMARNAT, 2017a.

2.7.3 Disposición

La disposición final de los residuos tiene que ver con su depósito o confinamiento permanente en sitios e instalaciones que permitan evitar su diseminación y las posibles afectaciones a los ecosistemas y a la salud de la población. La Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003 define las 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.

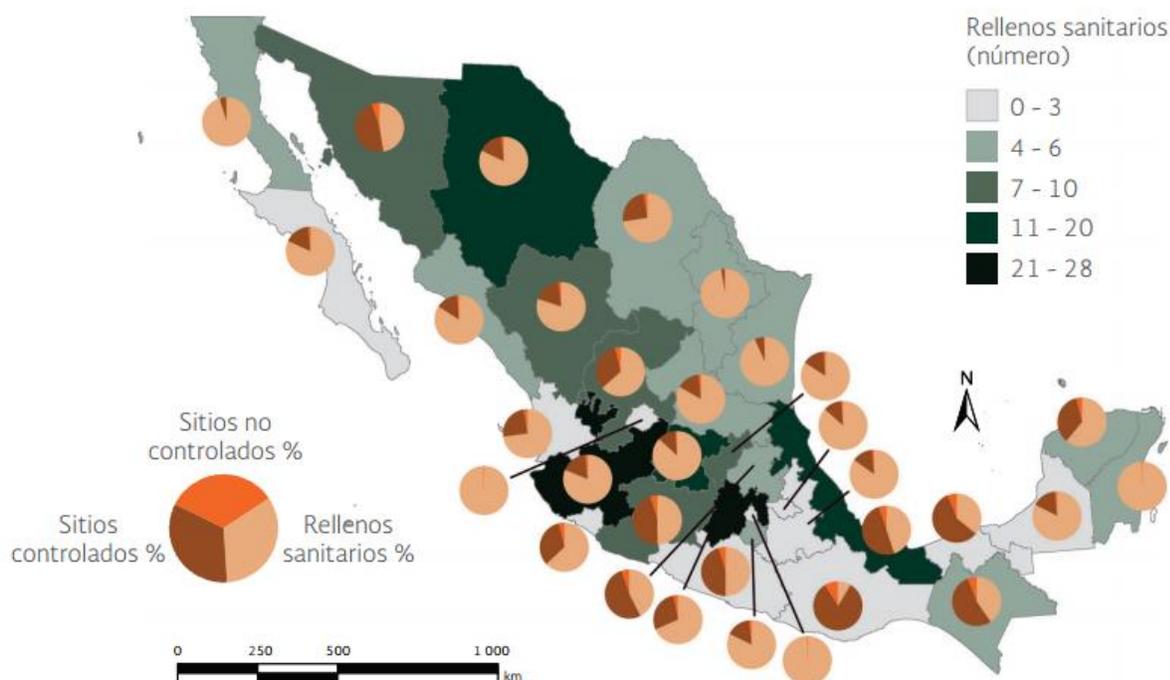


Figura 15. Disposición final de RSU en rellenos sanitarios, sitios controlados y no controlados, y número de rellenos por entidad federativa, 2012. SEMARNAT 2017.

2.7.4 Reciclaje

El reciclaje pretende convertir algunos de los materiales que componen los residuos (entre los más importantes están el papel y cartón, el vidrio, algunos metales y el PET) en materiales reusables en los procesos productivos. Desde el punto de vista de la gestión de los residuos, el reciclaje tiene la ventaja de reducir el volumen de materiales que requieren ser recolectados, transportados y dispuestos en sitios adecuados.

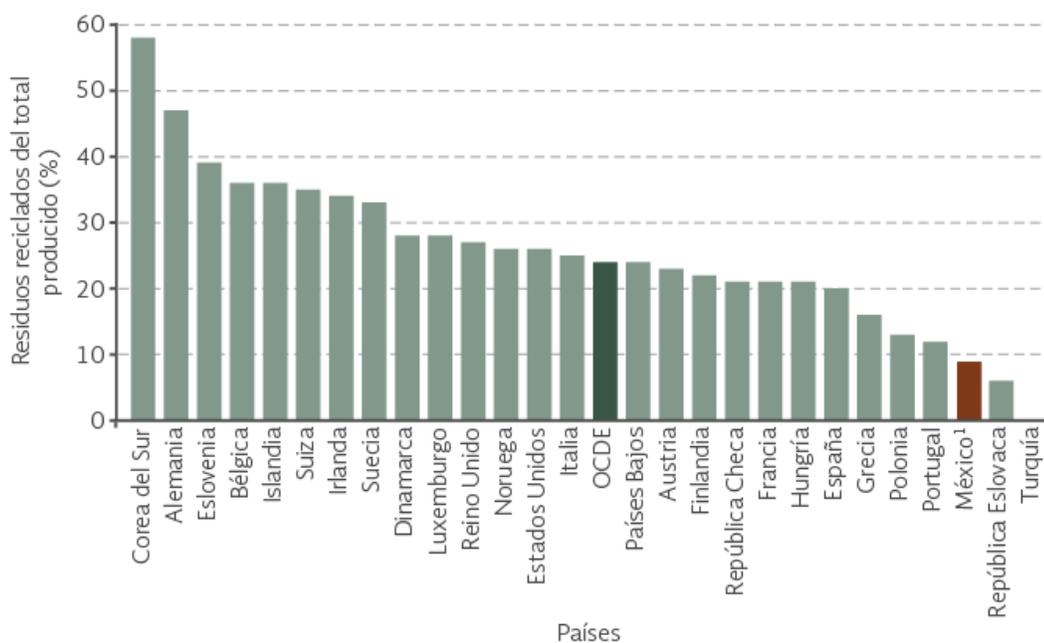


Figura 16. Reciclaje de RSU en países de las OCDE, 2012. SEMARNAT, 2017a.

La revalorización de los residuos también disminuye el consumo de materias primas, electricidad y agua, entre otros insumos, que serían necesarios para la extracción y procesamiento de nuevos materiales. Por

ejemplo, obtener aluminio a partir de aluminio reciclado requiere 95% menos energía que producirlo de materiales puros (Hoorweg y Bhada-Tata, 2012).

En el último lustro, industrias, comercios y municipios han comenzado a demandar servicios especializados y con tecnología de vanguardia para el manejo de residuos. Ello ha provocado que las empresas privadas dedicadas a este negocio-algunas con más de 20 años operando- experimenten un crecimiento constante y estable, pero que depende de una mayor conciencia social y de leyes y normas ambientales más estrictas (ExpokNews, 2013).

2.8 Consecuencias ambientales y en la salud de la disposición inadecuada de los residuos sólidos urbanos.

El incremento de la producción de residuos sólidos urbanos (RSU) está directamente relacionado con el aumento poblacional y el estilo de vida actual, los cuales definen, por lo general, un mayor consumo de bienes y servicios. Esta tendencia hace necesario prestar gran atención a los temas relacionados con la recolección, manejo y disposición final de los residuos. En este sentido, uno de los temas más relevantes es el que tiene que ver con su adecuado confinamiento, con la finalidad de evitar que los sitios en los que se depositan los RSU se conviertan en focos de contaminación o infección, y se asegure que no serán dispersados. Entre los factores de riesgo que deben considerarse se encuentran: Generación de biogases Los sitios de confinamiento de RSU son importantes generadores de biogases, algunos de los cuales también son GEI.

Los que se producen en mayor proporción son el metano (CH₄) y el bióxido de carbono (CO₂), mientras que los que se producen en cantidades muy pequeñas son el nitrógeno (N₂), sulfuro de hidrógeno (H₂S), hidrógeno (H₂) y oxígeno (O₂), y en cantidades traza, monóxido de carbono (CO), amoníaco (NH₃), hidrocarburos aromáticos y cíclicos y un grupo de gases conocidos como compuestos orgánicos volátiles (COV). Todos ellos generan problemas ambientales de diversa índole, que van desde olores desagradables hasta la contribución al aumento de la temperatura global. Además, varios de esos gases (por ejemplo, el NH₄, el CO y el CO₂) tienen un efecto directo nocivo sobre la salud humana.

Adicionalmente existe liberación de sustancias agotadoras de ozono (SAO) que son compuestos que afectan la capa de ozono y contribuyen a su destrucción; entre ellos se encuentran los clorofluorocarbonos (CFC), hidroclorofluorocarbonos (HCFC), hidrofluorocarbonos (HFC) y los halones, por mencionar los más importantes. Los SAO se utilizan para fabricar gases refrigerantes utilizados en los refrigeradores y aires acondicionados, por ejemplo, pero también se utilizan en espumantes y aerosoles. Cuando los envases vacíos o los aparatos electrodomésticos que los contienen son descartados de manera inadecuada, los SAO que contienen se liberan a la atmósfera y afectan a la capa de ozono.

Finalmente puede darse la contaminación de los suelos y de los cuerpos de agua ya muchos RSU generan líquidos durante su proceso de descomposición, los cuales se conocen con el nombre de lixiviados. Su

composición puede ser muy diversa, y está directamente relacionada con la naturaleza de los residuos de los que provienen; de esta manera, los desechos orgánicos producirán lixiviados de características muy diferentes a aquellos que se generan por la fuga de los materiales con que se elaboran las pilas, por ejemplo. Ya sea que se trate de lixiviados de origen orgánico o no, su composición y cantidad suele representar un riesgo de contaminación para el suelo y los cuerpos de agua adyacentes, tanto superficiales como subterráneos, y pueden provocar problemas de toxicidad, eutrofización y acidificación, por lo que evitar su flujo superficial e infiltración es de suma importancia. Proliferación de fauna nociva y transmisión de enfermedades Los RSU acumulados actúan como fuente de recursos y de refugio para diversos grupos de organismos, los cuales pueden llegar a ser nocivos para el ser humano al irrumpir en las zonas habitacionales y ser fuente directa de infecciones o al ser vectores de los organismos que las provocan. Los insectos, tales como moscas, cucarachas, pulgas y mosquitos pueden ser vectores de enfermedades como diarrea, tifoidea, paludismo, giardiasis y dengue. Las ratas pueden diseminar peste, tífus y leptospirosis y las aves toxoplasmosis, por lo que el tratamiento de los residuos debe considerar la reducción de este tipo de organismos (SEMARNAT, 2017c).

2.9 Los RSU en el Estado de México

Dentro del contexto nacional encontramos al Estado de México con el mayor índice de problemática en cuanto a residuos sólidos urbanos. La problemática de la generación de residuos y su indebido manejo es causa de

una serie de afectaciones ambientales y de salud pública que todo gobierno que en conjunto con la sociedad deben atender de forma oportuna y eficaz para lograr el bienestar de la población actual y las generaciones futuras.

El estado de México representa el 1.1% del territorio nacional; cuenta con 125 municipios donde destacan Ecatepec de Morelos, Nezahualcóyotl, Toluca (la capital estatal), Naucalpan de Juárez, Tlalnepantla de Baz, Chimalhuacán, Cuautitlán Izcalli, Atizapán de Zaragoza, Tultitlan e Ixtapaluca por su mayor número de habitantes (INEGI, 2016b).

Para el 2015 de cada 100 viviendas 91 entregan su basura al servicio de recolección, 6 la queman y 3 la tiran a un basurero público o la colocan en un contenedor o depósito; 45 de cada 100 habitantes separan su basura y el 58% de la viviendas reutiliza, vende o regala (INEGI, 2016c).

En la entidad 122 de los 125 municipios cuentan con servicio de recolección y disposición final de RSU, pero solo 2 de estos tienen estudios sobre la composición de los mismos, 7 de ellos realizaron estudios de la generación de RSU y 11 cuentan con programas locales orientados a la gestión integral de RSU, lo cual muestra que la entidad no cuenta con infraestructura y equipamiento municipal adecuados para una disposición final de lo RSU, lo que se refleja en una necesidad urgente de realizar acciones conjuntas, coordinadas y con responsabilidad compartida de los 3 órdenes de gobierno y los sectores sociales para poder resolver estos problemas de una manera, adecuada, armónica y sustentable para el beneficio de los mexiquenses.

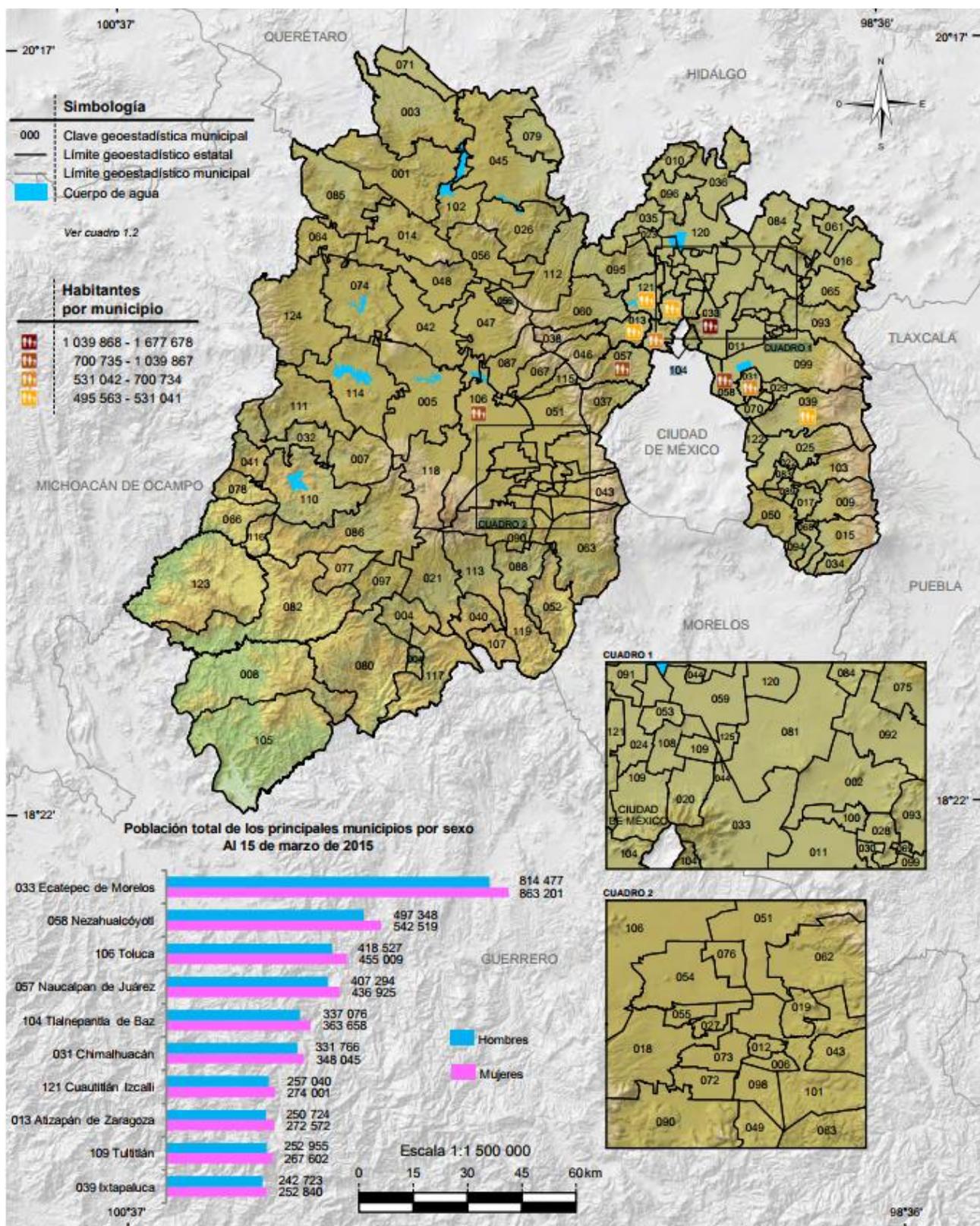


Figura 17. División geoestadística municipal y municipios con mayor población. INEGI, 2016b.

Concepto	Total	Forma de eliminación de residuos (Porcentaje)						
		Entregan a servicio público de recolección	Colocan en contenedor o depósito	Queman	Entierran	Tiran en basurero público	Tiran en otro lugar	No especificado
Viviendas particulares habitadas a/	4 166 570	90.57	2.43	5.92	0.14	0.19	0.17	0.59

Figura 18. Viviendas particulares habitadas según distribución porcentual de la forma de eliminación de residuos, 2015. INEGI, 2016c.

2.9.1. El contraste entre municipios densamente poblados y municipios rurales.

Es importante puntualizar que aunque la problemática es netamente estatal, podemos centrar los objetivos a los municipios más densamente poblados ya que es en estos donde la problemática tiene mayor repercusión, considerando que del volumen total estatal de RSU generados 58% tiene su origen en 10 municipios (Ecatepec de Morelos, Nezahualcóyotl, Toluca (la capital estatal), Naucalpan de Juárez, Tlalnepantla de Baz, Chimalhuacán, Cuautitlán Izcalli, Atizapán de Zaragoza, Tultitlan e Ixtapaluca), lo cual no es de sorprender ya que la mayoría de estos municipios están ubicados en la zona conurbada de la Ciudad de México y comparando los volúmenes de RSU generados encontramos una disparidad muy marcada comparando con municipios de zonas rurales.

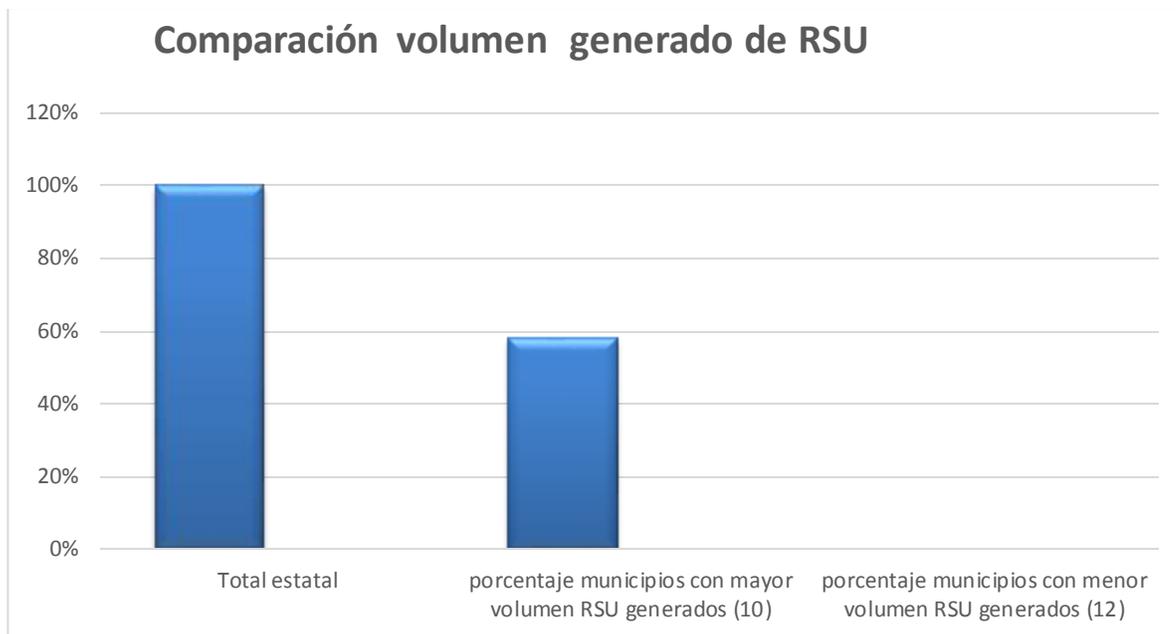


Figura 19. Graficas comparativa del volumen de RSU generados a nivel estatal vs municipios con mayor y menor índice de generación.

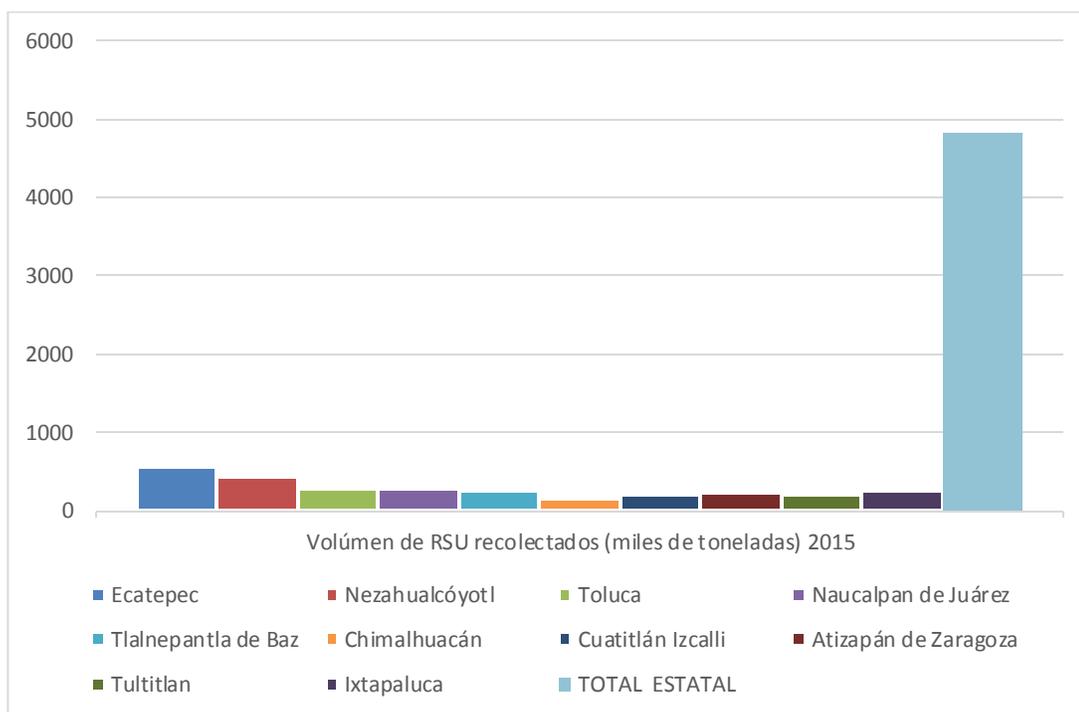


Figura 20. Comparación volumen estatal vs los 10 municipios con mayor volumen de generación de RSU.

2.9.2. Servicio de limpia y empresas prestadoras de servicio en Gestión de RSU.

El servicio de limpia en el Estado de México como en otras entidades en general es deficiente, aunque se hace más evidente el mal manejo en las zonas de mayor índice poblacional donde pudiera esperarse una mayor iniciativa por mantener el bienestar de la población, sin embargo es en estas donde las autoridades menos soluciones han podido establecer. A pesar de la existencia de muchas empresas de iniciativa privada que ofrecen sus servicios materia de gestión integral de RSU, los gobiernos municipales no se han dado a la tarea de aprovechar estos servicios.

Tabla 7. Empresas registradas prestadoras de servicios en materia de gestión integral de RSU (SMA, 2011).

Nombre de la empresa	Descripción de los servicios que ofrece
TECUMI S.A. de C.V.	Manejo de residuos sólidos a través de desarrollo de sistemas integrales de tecnologías mecánicas termodinámicas y rellenos sanitarios.
MOVILCONTAINER SA de CV	Recolección, transporte y confinamiento final de residuos industriales no peligrosos.
TECNOSILICATOS DE MEXICO SA de CV	Manejo de residuos sólidos y peligrosos, incluyendo barrido manual y mecánico, saneamiento de sitios de disposición final y comercialización de los productos reciclados, manejando volúmenes aproximados de 1,500 Ton/día.
IMABE IBERICA SA de CV	Fabricación y venta de maquinaria, instalación, diseño de planta, servicio técnico y venta de refacciones para el manejo de residuos sólidos e industriales, manejando volúmenes aproximados de 50 Ton/día.
PROYECTOS DE INGENIERIA EDIFICACIONALES Y SERVICIOS	Elaboración de estudios geofísicos, litó estratigráfkos y geohidrológicos para

AMBIENTALES SA de CV	rellenos sanitarios.
GRUPO ASFALTOS Y TERRACERIAS DE ECATEPEC SA de CV	Construcción de rellenos sanitarios y saneamiento de sitios de disposición final de residuos sólidos.
PROACTIVA MEDIO AMBIENTE	Saneamiento de sitios, servicio integral de aseo público; barrido de vialidades y plazas; recolección domiciliaria, comercial e industrial; manejo y aprovechamiento de biogás; volumen de residuos que maneja aproximadamente 1,800 ton /día.
BIOTECNOLOGIA AGROMEXICANA	Recolección, transporte, tratamiento y disposición final de residuos sólidos urbanos con una capacidad de manejo aproximado de 1,300 ton/día.
BIO-SISTEMAS SUSTENTABLES SA de CV	Recolección, transporte, tratamiento y disposición final de residuos sólidos urbanos.
TECNOLOGIA DE RECICLAJE SA de CV	Tratamiento y recolección de PET, geotextiles elaborados con base de fibra de vidrio y poliéster, fabricación de hojuelas de PET.
AVANGARD MEXICO SA de CV	Captación, segregación, molienda, compactación de productos de plástico PET, HDPE, PVC, PP y PS.
EQUIPOS Y CARROCERIAS AMERICA SA de CV	Fabricación y mantenimiento de equipo para equipamiento de rellenos sanitarios, prensas compactadoras.
BULARCAMA SA de CV	Auditorías ambientales, tratamiento y restauración de suelos y acuíferos y comercialización de productos ambientales, manejo de residuos sólidos con una capacidad aproximada de 35,000 Ton /año.
GRUPO CONTADERO SA de CV	Diseño y puesta en marcha de rellenos sanitarios, así como la operación diaria y clausura, con una capacidad de manejo de 1,800 Ton/día.
MANTENIMIENTO Y SERVICIOS AMBIENTALES SA de CV	Accesoría, proyectos y manejo de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, accesoria y manejo en recolección, transferencia, rutas, equipo y persona.
COLEGIO DE INGENIEROS	Elaboración de estudios

GEOLOGOS DE MEXICO AC	geohidrológicos para rellenos sanitarios de residuos sólidos, dictámenes técnicos y de impacto ambiental.
PROCESOS ECOLOGICOS INTEGRALES PARA EL RECICLADO DE BASURA (PEIRBAS SA de CV)	Manejo integral de residuos sólidos urbanos y manejo especial.
TAFF CONSULTORIA SC	Manejo integral de residuos sólidos urbanos y manejo especial.
INGENIERIA APLICADA Y SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL SA de CV	Manejo integral de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.
INGENIERIA ALBATROS SA de CV	Manejo integral de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.
GEN INDUSTRIAL SA de CV	Manejo integral de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, y construcción de todo de edificaciones.
SMUFITT FAPPA, CARTON Y PAPEL de MÉXICO SA de CV	Manejo Integral de residuos sólidos urbanos y de manejo especial y construcción de todo tipo de edificaciones.
LA ESTACIÓN DE SAN ANTONIO SA de CV	Manejo Integral de residuos sólidos urbanos y de manejo especial y construcción de todo tipo de edificaciones.
BIO ENERGY SA de CV	Manejo Integral de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.
BPS RECYCLING SA de CV	Manejo Integral de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.
DIP COMMERCE GROUP SA de CV	Manejo Integral de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.
LUNA LLENA DE CONSTRUCCIONES SA de CV	Manejo Integral de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.
DISEÑO, ESTRUCTURAS Y CONSULTORIA	Manejo Integral de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.
ORGANICOS LIMPIOS SEPARADOS SAPI SA de CV	Manejo Integral de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

Los RSU se disponen mayoritariamente a cielo abierto, sin recibir ningún tipo de tratamiento, o en enterramientos técnicamente mal operados, sin tomar precauciones como la impermeabilización del suelo y la captación de los lixiviados. Es a partir de esta acumulación cuando comienzan los mayores problemas ecológicos, ya que los basurales se convierten en verdaderos focos de contaminación.

Dentro de los principales fenómenos de origen sanitario-ecológico que se presentan en el estado, se originan los basureros a cielo abierto los cuales generan problemas ambientales, sanitarios y de seguridad social, como la proliferación de plagas, malos olores y transmisión de enfermedades por vía de insectos y roedores, contaminación debido a su dispersión por acción de las lluvias y/o del viento. En el caso de los “Rellenos Sanitarios” (vertederos basurales subterráneos), son obras que se utilizan para la disposición de residuos sólidos urbanos (RSU) ya su vez, no contaminar el medio ambiente.), los problemas se repiten, contaminándose las napas de agua, la tierra y el aire por los conductos de venteo de gases sumamente tóxicos como; benceno, tolueno, dioxinas y metano. El estado, genera un promedio de 15 mil toneladas de basura diarias distribuidas en; 38 municipios con tiraderos a cielo abierto, 28 municipios con sitios controlados, asimismo, hay 13 municipios con rellenos sanitarios y 46 municipios sin sitios ex profeso para la disposición (protección civil, programa basureros).

2.9.3. Educación ambiental.

La educación ambiental es un proceso destinado a la formación de una ciudadanía que forme valores, aclare conceptos y desarrolle las habilidades y las actitudes necesarias para una convivencia armónica entre los seres humanos, su cultura y su medio ambiente. En este estado la Secretaría del Medio Ambiente a través de la Dirección de Concertación y Participación Ciudadana lleva a cabo conferencias, talleres, exposiciones, cursos de formadores ambientales, concursos, con la finalidad de concertar y promover la participación de los sectores público, social y privado en tareas de prevención, conservación, protección y restauración del medio ambiente, para fomentar hábitos que se traduzcan en una nueva cultura ambiental, y promover acciones para fortalecer la educación ambiental, y así poder revertir los hábitos que causaron daños, hasta la fecha, a nuestro planeta(SMA, 2015a).

La Secretaría del medio Ambiente a través de la Dirección de Concertación y Participación Ciudadana imparte conferencias y Talleres dirigidos a instituciones educativas, al sector privado, público y social con temas relacionados al cuidado y protección del medio ambiente.

Temas:

Separación de residuos

Cambio Climático

Uso eficiente del agua

Ahorro de energía

Taller de rehúso de envolturas(SMA, 2015b).

2.9.4. Centros de acopio.

En la entidad existe una considerable cantidad de centros de acopio principalmente de residuos de origen plástico que aunque están perfectamente ubicados no se tiene información precisa del destino final de todo el material colectado.

Centros de acopio de residuos plásticos registrados

Plantel "Lic. Adolfo López Mateos" de la Escuela Preparatoria. Venustiano Carranza 300 Toluca. México.

Plante I "Nezahualcoyotl" de la Escuela Preparatoria, Av. Nezahualcoyotl s/n Toluca. México.

Plantel "Cuauhtémoc" de 1a Escuela Preparatoria, H. Colegio Militar esq. Diego Rivera s/n. Toluca. México.

Plantel "Ignacio Ramírez" de la Escuela Preparatoria, Chalco s/n Col. Sánchez Toluca. México

Facultad de Antropología. Mariano Matamoros sur s/n, casi esq. con Francisco Villa, Col. Universidad. Toluca. México

Facultad de Arquitectura y Diseño, Cerro de Coatepec s/n. Ciudad Universitaria.

Facultad de Artes, Cerro de Coatepec s/n. Ciudad Universitaria, Toluca, México, C.P. 50110

Facultad de Ciencias, El Cerrillo. Piedras Blancas, Toluca, México

Facultad de Ciencias Agrícolas, El Cerrillo, Piedras Blancas, Toluca, México

Facultad de Ciencias de la Conducta, Filiberto Gómez s/n, Col. Guadalupe Toluca,

Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, Cerro de Coatepec s/n, Ciudad Universitaria, Toluca. México, C.P. 50110

Facultad de Contaduría y Administración, Cerro de Coatepec s/n, Ciudad Universitaria. Toluca, México. CP. 50110

Unidad "Los Uribe": Camino a Sta. Cruz Alzcapolzaltongo s/n. C.P. 50030

Facultad de Derecho, Cerro de Coatepec s/n, Ciudad Universitaria, Toluca. México, C.P. 50110

Facultad de Economía, Cerro de Coatepec s/n, Ciudad Universitaria. Toluca, México, C.P. 50110

Facultad de Enfermería y Obstetricia, Paseo Tollocan s/n. esq. Jesús Carranza Col. Moderna de la Cruz. Toluca, México

Facultad de Geografía, Cerro de Coatepec s/n, Ciudad Universitaria. Toluca, México. C.P. 50110

Facultad de Humanidades, Cerro de Coatepec s/n. Ciudad Universitaria. Toluca, México, C.P. 50110

Facultad de Ingeniería, Cerro de Coatepec s/n, Ciudad Universitaria, Toluca, México, C.P. 50110

Facultad de Lenguas, Jesús Carranza s/n casi esq. Venustiano Carranza, Toluca. México

Dirección de Desarrollo del Personal Académico (DIDEPA), Rafael M. Hidalgo Pie. 403. Col. Fco. Murguía Toluca, México, C.P. 50130

Dirección de Servicios de Computo, Cerro de Coatepec sln, Ciudad Universitaria, Toluca, México, C.P. 50110

Dirección de Educación Física, M. Matamoros esq. Venustiano Carranza sln, Col. Universidad, Toluca. México, C.P. 50130

Fondo de Fomento y Desarrollo de la Investigación Científica y Tecnológica (FONDICT), Calle Carlos Hank González No. 248 Pie. Col. Hípico, Metepec, México, C.P. 52146

Centro en Investigación en Ciencias Médicas (CICMED), Jesús Carranza No. 200, Col. Universidad, Toluca, México, C.P. 50130

Centro de Estudios de la Universidad (CEU), Paseo Tollocan No. 1402, Cerro de Coatepec, Ciudad Universitaria, Toluca, México, CPP. 50110

Centro de Innovación, Desarrollo e Investigación Educativa (CIDIE), Paseo Tollocan No. 1402, Cerro de Coatepec, Ciudad Universitaria, Toluca, México, C.P. 50110

Centro de Investigación en Ciencias Jurídicas, Justicia Penal y Seguridad Pública, Cerro de Coatepec sln, Ciudad Universitaria, Toluca, México, C.P. 50110

Centro de Investigación en Ciencias Políticas y Administración Pública (CICPAP), Paseo Tollocan sln, Cerro de Coatepec, Ciudad Universitaria, Toluca, México

Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Odontología (CIEAO), Paseo Tollocan sln, esq. Jesús Carranza, Toluca, México, C.P. 50130

Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Salud Pública (CESAP), Paseo Tollocan s/n, esq. Jesús Carranza No. 200, Col. Modema de 10 Cruz, Toluca, México, C.P. 50130

Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Salud Animal (CIESA), Km. 14.5 Carretera, Toluca-Ixtlahuaca

Centro de Investigación y Estudios Avanzados de 10 Población (CIEAP), Torre Académica 1 er. piso, Cerro de Coatepec, Ciudad Universitaria, Toluca, México, C.P. 50100

Centro de Investigación en Recursos Bióticos (CIR8), Km. 14.5 Carretera, Toluca-Ixtlahuaca, Unidad San Cayetano de Morelos

Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Fitomejoramiento (CIEAF), El Cerrillo, Piedras Blancas Toluca, México, C.P. 50200

Centro de Investigación en Ciencias Sociales y Humanidades (CICSYH), Cerro de Coatepec s/n, Ciudad Universitaria, Toluca, México, C.P. 50010

Centro de Investigación en Ciencias Agropecuarias (CICA), Km. 12.5 Autopista Toluca-Atlacomulco San Cayetano de Morelos, Toluca, México

Centro Internacional de Lengua y Cultura (CILC), Cerro de Coatepec s/n número, Ciudad Universitaria, Toluca, México, C.P. 50120

Centro Cultural Universitario "Casa de las Diligencias", Av. Juárez No. 114 esq. Av. Independencia, Col. Centro Toluca, México, C.P. 50000

Coordinación de Museos, Moctezuma No. 135 Nte, Barrio San. Mateo entre Ezequiel Capistrán y Matamoros Metepec, México, C.P. 52140

Facultad de Medicina, Paseo Tollacan s/n, esq. Jesús Carranza Toluca, México

Facultad de Medicina, Veterinaria y Zootecnia, El Cerrillo. Piedras Blancas Toluca, México

Jesús Carranza s/n esq. Poseo Tollocan Col. Universidad, Toluca, México

Facultad de Planeación Urbana y Regional, Mariano Matamoros esq. Paseo Tollacan Col. Universidad, Toluca, México

Facultad de Química, Poseo Colon esq. Poseo Tollocan Col. Modema de 10 Cruz, Toluca, México

Facultad de Turismo, Cerro de Coatepec s/n, Ciudad Universitaria Toluca, México, C.P. 50110

Centro Interamericano de Recursos del Agua (CIRA), Km. 14.5 Carretera,

Hospital Veterinario para Pequeñas Especies, Jesús Carranza No. 203 esq. Venustiano Carranza Col. Universidad, Toluca, México C.P. 50 131

Centro de Enseñanza de Lenguas (CELE), Cerro de Coatepec sin, Ciudad Universitaria, Toluca, México, C.P. 50000

Rafael M. Hidalgo No. 401 esq. Mariano Matamoros, Col. Fco. Murguía, Toluca, México

Centro de Actividades Culturales (CEAC), Instituto Literario 211 Ote. Toluca, México, C.P. 50000

Finca "El Olvido", Carretera Malinalco Chalma sin Malinalco, México, C.P. 52400

Museo Universitario "Leopoldo Flores", Cerro de Coatepec sin, Ciudad Universitaria Toluca, México, C.P. 50010

Unidad Deportiva "Lic. Adolfo López Mateos",

Gimnasio "Prof. Guillermo Ortega Vargas"

Gimnasio "Lic. Adolfo López Mateos"

Gimnasio "Dr. en Q. Rafael López Castañares"

Mariano Matamoros No. 100 esq. Venustiano Carranza, Col. Universidad, Toluca, México, C.P. 50130

Biblioteca Central, Cerro de Coatepec sin, Col. Universidad, Toluca, México, C.P. 50100

Librería Universitaria, Av. Instituto Literario No. 100 Pte . Cd. Centro Toluca,

Librería y Tienda Universitaria, Av. Instituto Literario No. 100 Ote., Edificio de Rectoría, Col. Centro, C.P. 50000, Toluca, México

Hípico, Metepec, México, C.P. 52156

Otros centros de acopio

Cacabomacan Terminal de Autobuses Xinanatecatl, Toluca México.

Calixtlahuaca explanada, Toluca México.

Comercial Mexicana Nueva Oxtotitlán, Toluca México. (Vial. Adolfo López Mateos)

Cerrillo Vista Hermosa (a un costado de la Delegación), Toluca, México.

Wal Mart- Terminal, Toluca México.

Super Kompras –Pino Suárez, Pino Suárez sur No.1909, Toluca Estado de México.

Super Kompras- San Buenaventura, Paseo Vicente Guerrero No. 118 esq. con Universidad , San Buenaventura ,Toluca Estado de México

Super Kompras -Fidel Velásquez, Paseo Fidel Velásquez No. 300, Toluca México. Mercado Morelos, Av. Venustiano Carranza. Toluca México.

Chedraui – Alfredo del Mazo, Av. Alfredo del Mazo No.705, Col. Tlacopa, Toluca

Parque Cuauhtémoc Alameda Central, Toluca Estado de México.

Lo cual nos hace notar que hay mucho énfasis en la recolección de material plástico no así en otros materiales recuperables, además de que no se especifica el destino final del material acopiado.

2.9.4. La iniciativa privada en materia de RSU dentro de la entidad

Hoy en el país solo existen una docena de firmas formales que ofrecen un servicio profesional en el rubro y cumplen con la normatividad vigente de materia de RSU, solo 5 tienen presencia nacional (PASA, Proactiva Medio Ambiente México, Grupo red ambiental, TECMED y Proterra Grupo Domos) y prestan un servicio integral, desde la recolección hasta la transferencia, tratamiento y disposición final, de las cuales Proactiva Medio Ambiente México presta servicios en los municipios de Naucalpan y Tlalnepantla contemplando barrido, recolección municipal, recolección comercial, transferencia, transporte, saneamiento y clausura, relleno sanitario, composta, separación y aprovechamiento de biogás y TECMED por otro lado ofrece servicios de recolección en el municipio de Coacalco de berriozabal.

2.9.5. El Bordo De Xochiaca una alternativa exitosa.

El 22 de mayo de 2009, el gobernador Enrique Peña Nieto, en compañía del presidente del Grupo CARSO, participante del proyecto, Carlos Slim Helú; Alfonso Salem, director de Ideal, y Heberto Guzmán Gómez, director general de Gucahe, inauguraron la Ciudad Jardín Bicentenario, sitio que representaba la recuperación ecológica más importante del país (Olguin, 2011).

Por más de 30 años, toneladas y toneladas de desechos se fueron acumulando una encima de otra, hasta el punto que por cada metro cuadrado había 16 toneladas de basura. Sin un modelo de desarrollo sustentable, aunado a los problemas de salud pública que generaba tener un basurero a cielo abierto, el municipio de Nezahualcóyotl se convirtió en una de las zonas más violentas e inseguras del todo el país. Durante años, el municipio vivió en el olvido, sus habitantes al no encontrar fuentes de empleo se veían obligados a recorrer largas distancias para llegar a su trabajo. En el año 2006 los tiraderos de Nezahualcóyotl 1 y 2 fueron clausurados por el nivel de saturación que presentaban. Se estima que durante el tiempo que estuvo abierto el basurero del Bordo de Xochiaca, entre 10 y 12 millones de toneladas fueron acumuladas en el lugar.

Ante lo dantesco de la situación, un grupo de empresarios encabezados por Grupo Carso, decidieron recuperar el espacio ambiental y convertirlo en un activo económico y social. El trabajo no sería fácil. Las 150 hectáreas representaban grandes retos arquitectónicos y de planeación, ya que

en el lugar vivían familias que lograban subsistir a través de la venta de los objetos que encontraban en la basura. Mediante pláticas y acuerdos, se reubicaron en zona con mayor calidad de vida y sobre todo una mejora en su entorno ambiental.

Los años de basura implicaban retos y oportunidades, por una parte el trabajo de reconversión de la zona consistía en volver a tener un suelo estable sobre el cual se construiría el proyecto Ciudad Jardín Bicentenario, además estaba la presencia del metano que se producía por la descomposición de la materia orgánica acumulada por más de tres décadas. Sin embargo, la presencia de este gas, permitió que a través de infraestructura tecnológica de última generación se pudiera captar y utilizar para abastecer de energía a todo el proyecto, convirtiéndolo en un modelo sustentable y comprometido con el medio ambiente. Con esfuerzo y suma de voluntades para la realización de este magno proyecto, en mayo de 2009 fue inaugurada la Ciudad Jardín Bicentenario, albergando en su interior:

- El centro deportivo más grande de toda el área metropolitana.
- Dos universidades
- Un hospital
- Un centro comercial
- Un centro de rehabilitación Infantil TELETÓN
- Casa Telmex, entre otros (Slim, 2016).

La implementación del proyecto “Ciudad Jardín” es vista positivamente, ya que entre otras cosas se resuelve el problema de la basura y la contaminación de suelo, subsuelo y aire, puesto que se debe manejar a través de un proceso integral con la participación social y una coordinación entre el sistema de recolección, la disposición municipal y la ciudadanía. Además contempla la creación de 3,500 empleos directos y de 5,000 más indirectos (Piña *et al.*, 2009).

Este proyecto a cargo de la empresa Corporación Inmobiliaria Integral, junto con autoridades del municipio. La inversión pública y privada supero los dos mil millones de pesos (Herrera, 2006).

III.- MATERIALES Y METODOS

3.1. Límites del sistema.

3.1.1. Limite espacial

Este trabajo se limita al Estado de México el cual representa el 1.1% de la superficie continental de la República Mexicana, equivalentes a 22,351 km², se localiza en la altiplanicie mexicana, en la porción central de la República Mexicana, está comprendido entre los meridianos 98° 36' y 100° 37' de longitud oeste del meridiano de Greenwich y los paralelos 18° 22' y 20° 17' de latitud norte(SMA, 2016), con una población de 16 225 409 habitantes (INEGI, 2015) y presentó una tasa de generación de residuos municipales de 4 839 miles de toneladas en el año 2015 (INEGI, 2016b).

Fisiografía

La entidad comprende 2 provincias fisiográficas que son:

- Eje Neovolcánico con las subprovincias de llanuras y sierras de Querétaro e Hidalgo, mil cumbres, Lagos y volcanes Anáhuac.
- Sierra Madre del Sur con las subprovincias Depresión del Balsas y Sierras y Valles guerrerenses (INEGI, 2016c).

Hidrología

El estado de México comprende 2 regiones hidrológicas que son:

- Balsas con las cuencas del Río Atoyac, Río Balsas-Zirándaro, Río Grande de Amacuzac y Río Cutzamala.
- Pánuco con la cuenca Río Moctezuma (INEGI, 2016c).



Figura 21. Plano de localización del estado de México.

3.1.2. Límite temporal.

Se considera como escenario base la gestión actual de los residuos sólidos urbanos sustentada en el inventario de residuos sólidos urbanos del estado de México 2015 así como en BADESNIARN en su apartado de gestión de residuos sólidos urbanos para la entidad.

3.1.3. Limite por tipo residuos.

En este trabajo se consideran solamente a los denominados RSU que como lo indica la LGPGIR son “Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que se utilizan en las 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, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos”.

3.2. Unidad funcional.

La unidad funcional de este trabajo es la cantidad de RSU generados en 2015 en el estado de México lo que equivale a 4, 839 millones de toneladas.

Para llevar a cabo este trabajo hubo la necesidad de documentarse de manera integral en el tema de los RSU visto desde la perspectiva mundial, luego nacional para aterrizar en la parte estatal, aunque es conveniente mencionar que para el análisis más puntual se revisó la situación a nivel local de los 10 municipios con mayor índice en la producción de los RSU en el

Estado de México, ya que representan un 58% del volumen estatal en generación de los mismos. Esta correlación indica que la generación de residuos se congrega primordialmente en las grandes ciudades de alta dinámica económica, y en la escala de menor generación queda la de los municipios de tipo principalmente rural.

IV. RESULTADOS

4.1. Propuestas de estrategias para un manejo integral de RSU.

El marco de este estudio contempló a toda una entidad federativa cuya problemática destaca por la elevada producción de RSU asociada de manera directa con su índice poblacional y aunque en el tema de la gestión ambiental surge a diario información que se vuelve obsoleta al paso de unos cuantos meses, también se genera nueva y valiosa información resultante del enfoque de muchos investigadores, instancias gubernamentales y particulares a los aspectos que pudiesen afectar los entornos tanto natural y antropogénico, por lo que ante la necesidad de mejorar la situación actual en cuanto al tema de RSU en el estado de México se han enmarcado en 9 tópicos.

4.1.1.- Reducción del volumen de RSU desde el Origen basado en educación ambiental.

Somos una población con un muy marcado nivel de consumo y que aunque evidentemente necesitamos de los recursos naturales para nuestra subsistencia desde hace décadas hemos sobrepasado los niveles de aprovechamiento que permiten mantener el equilibrio ecológico, ya que cada día en nuestra sociedad se nos bombardea con un sinfín de productos que nos conducen a un consumismo descontrolado, por lo que se debe hacer que la población cambie de manera efectiva su comportamiento respecto al tema de los RSU.

Es imperante el fomento de una la concepción ideológica (Educación ambiental) de que un manejo integral de sus RSU requiere de un consumo responsable; por lo que adoptar prácticas y hábitos sanitarios positivos además de fortalecer el reuso y el reciclaje constituyen una medida indispensable para cualquier estrategia en la gestión de RSU; adoptar un modelo de adquisición de productos con menor impacto ambiental y rechazar los que lo dañan. Redoblar esfuerzos en cuanto a capacitación, difusión de información, así como el brindar nuevas herramientas necesarias para el manejo de RSU, tomando como base las escuelas y universidades, ya que el desconocimiento, omisión o inexistencia de la información no son impedimento para promover acciones que faciliten y enriquezcan las acciones en este sector. Por lo que la promoción, capacitación y fomento de educación ambiental debe realizarse como una actividad continúa para poder obtener mayores logros. Dentro de este tópico se contemplan acciones como:

- Platicas de información (focalizarse en zonas específicas con datos precisos y cercanos difundidos en escuelas desde preescolar hasta Universidades y con la factibilidad de que cualquier miembro de la población pueda tener acceso).
- Publicidad en medios de información y redes sociales (no más volantes que nos conducen, calcomanías o folletos).
- Congresos (Hacer partícipes a las Universidades como vínculos entre las empresas, investigadores y población en general).

- Foros (Permitir que la información fluya de forma más completa y actualizada).
- Concursos (Ofrecer incentivos que motiven en la población el cambio ideológico).
- Campañas (que los encargados en los gobiernos municipales fortalezcan el vínculo entre ellos y los pobladores).

4.1.2.- Producción/disposición responsable.

Que todas las empresas ofrezcan una mayor contribución al ámbito ambiental donde su situación de competitividad dependa más del valor agregado de contribuir de forma cooperativa en el desarrollo de modelos de producción de envase y embalajes. Gestionar sus operaciones de forma sustentable en lo económico, lo social y lo ambiental, reconociendo los intereses de los distintos públicos con los que se relaciona y buscando la preservación del medio ambiente y la sustentabilidad de las generaciones futuras, integrando de políticas, prácticas y programas a lo largo de las operaciones y aun después de que su producto llega a la última etapa en la el proceso de manejo de residuos que es la disposición final. Lo que implica la responsabilidad total sobre las repercusiones ambientales de sus procesos, productos y subproductos; y, por lo tanto, la prevención y en su caso remedio de los daños que causen o pudieran causar.

4.1.3.- Apego estricto a la legislación y normatividad ambiental en materia de RSU.

En cada uno de los 3 niveles gubernamentales de nuestro país se han desarrollado estrategias que contemplan un adecuado manejo y disposición de RSU, sin embargo los planes integrales ignoran la realidad sobre el terreno tanto federal como el estatal y sobre todo el municipal; supervisar y aplicar la ley sigue siendo un punto débil para cumplir con los estándares ambientales en el sector, por lo cual debería existir una planificación regional efectiva incluyendo evaluaciones de impacto ambiental puntuales y sólidas, consultas lo suficientemente amplias y con mayor enlace y alcance público para dar un mejor seguimiento además de que podamos recopilar datos de forma ilimitada.

Todo programa, procedimiento, plan, reglamento, bando municipal emitido por la autoridad referente a la Gestión de RSU debe tener como principal objetivo garantizar el desarrollo, la salud y el bienestar de la población y su medio ambiente. Las autoridades municipales deben promover la prevención y minimización de la generación de RSU, respetar su obligación

Sabemos que la legislación y normatividad en materia de RSU es basta y aunque pudiésemos generar leyes o normas más específicas considero que una la vía más cercana es un estricto apego más estricto a ellas. Establecer marcos legales concretos para la gestión de RSU proporcionando detalles y un calendario de implementación que incluya además una directiva de vertederos de RSU la cual permita ubicar de manera adecuada todos los vertederos tanto

existentes como propuestos para ser construidos y una directiva de incineración.

4.1.4.- Establecimiento de planes de manejo de RSU en cada municipio

Los Planes de Manejo son instrumentos que tienen como objetivo minimizar la generación y maximizar la valorización de residuos sólidos urbanos bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social y ya están fundamentados en el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos, por lo que un diseño bajo los principios de responsabilidad compartida y manejo integral, que considere el conjunto de acciones, procedimientos y medios viables involucrando a productores, distribuidores, comerciantes, consumidores, usuarios de subproductos y grandes generadores de residuos, según corresponda, así como a los tres órdenes de gobierno.

Centrarse en la inversión privada ha oscurecido las necesidades de recuperación de costos por lo que abordar el problema de una manera crítica y absoluta ofrecería una idea clara de la recuperación de costos que implica el establecer un correcto sistema en el manejo de RSU para los gobiernos. Por ello adaptar una buena cobertura de recolección, métodos de transferencia adecuada y prácticas de eliminación saludables, sería una de las principales soluciones; o bien fomentar o premiar la producción limpia con metas de minimizar la cantidad de RSU generados. Programas de incentivos ha funcionado para el sector privado, incluir este tipo de incentivos desde el ámbito federal para beneficio a nivel estatal y más aún para los municipios también atraería de manera más efectiva la atención tanto de los gobernantes como de la población.

4.1.5.- Política de valorización de RSU.

Ya que un considerable porcentaje de RSU son recuperables se puede establecer una política de revalorización inclinada a:

Valorización Energética: que tiene lugar por la incineración de los residuos, obteniendo pequeñas cantidades de residuos y energía proveniente de los materiales contenidos

Valorización material: es la obtención de nuevos materiales, o el reciclaje de parte de ellos, para evitar el uso de nuevas materias primas. Los materiales que se pueden valorizar son los envases ligeros, el papel y cartón, el vidrio o la materia orgánica (la valorización se hace mediante el compostaje o digestión anaerobia).

4.1.6.- Incentivar la inversión privada.

La facultad municipal para manejar de forma autónoma sus RSU, delimitando la prestación del servicio público de "limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos" es una responsabilidad que representa o se enfrenta como un reto importante, ya que se está ejerciendo una gran presión para la prestación del servicio de limpia porque usualmente su cobertura es escasa, los recursos para generar infraestructura también y la capacidad administrativa de los gobiernos locales muestra claras deficiencias institucionales y político-administrativas.

Desde hace pocos años la prestación de los servicios públicos, ha dado un giro con mayor participación de la iniciativa privada en áreas como redes de agua potable, alumbrado público y limpieza urbana, entre otras que han facilitado las tareas de los gobiernos municipales. Sin embargo aunque el problema de RSU en la entidad resulta de singular relevancia debido a la alta generación de residuos, al rezago del servicio de limpia que se ofrece es bastante insuficiente y con gran problemática, por lo que la participación que tienen las empresas privadas provoca fuertes expectativas respecto a la reducción de costos y el mejoramiento de este servicio, así como las posibilidades de que un mayor número de municipios concesionen el servicio de limpia y disposición final.

4.1.7.- Mejoramiento de Rellenos sanitarios existente y el diseño de nuevos sitios de disposición final.

La mayor parte de RSU van a parar a sitios de disposición no controlados ya que muchos de los municipios en la entidad no cuentan con confinamientos de RSU y los habitantes pagan para que estos sean depositados en rellenos sanitarios de particulares casi siempre ubicados en otros municipios, lo que trae consigo que estos terminen más rápido con su vida útil, se requiera un saneamiento más eficaz o el cierre definitivo representando focos rojos ambientales ya que aunque son sitios registrados y “controlados” el paso del tiempo ha mostrado que no tienen el apego estricto de una correcta disposición de RSU lo que vuelve a estos residuos peligrosos, también se presume disposición de Residuos Tóxicos e incluso algunos afectan mantos freáticos y

en el caso del relleno sanitario de Ecatepec se encuentra situado sobre una falla geológica. Por lo que se deben regular todas estas anomalías y además se debe establecer nuevos sitios de disposición final que ofrezcan seguridad ambiental a la población.

La normatividad en este rubro marca lo siguientes tópicos para el establecimiento de un Rellenos sanitario:

- Una correcta ubicación del relleno sanitario (se establecen estudios sobre geología, hidrología, emplazamiento, comportamiento y caracterización de residuos).
- Control de aguas y lixiviado
- Control de gases
- Molestias y riesgo
- Estabilidad
- Cercado

4.1.8.- Regulación y mejora del sistema de limpia (inversión gubernamental adecuada)

Contar con un servicio de limpia y recolección de RSU de buena calidad, en los 125 municipios del estado, incluyendo:

Disponibilidad de vehículos de recolección debiendo realizar un programa de renovación de los mismos en base a las necesidades reales de cada municipio o bien región operativa con el fin de lograr una cobertura total de recolección.

Estudio de rutas de recolección de residuos sólidos urbanos donde se considere la posible implantación de recolección diferenciada lo cual optimizaría tiempos de recorrido y el número de empleados.

Instauración de criterios técnicos, operativos, administrativos y financieros que permitan determinar la calidad del servicio de limpia y recolección en todos los municipios con el fin de estandarizar parámetros de evaluación.

Permitir la evaluación de la calidad del servicio a los usuarios en cada municipio lo cual permita la mejora continua del servicio.

4.1.9.- Potencializar la cultura del reciclaje.

Una de las acciones ecológicas más importantes que podemos realizar todos para preservar el equilibrio natural y mantener el ambiente limpio y sano es el Reciclaje. El reciclaje consiste en obtener una nueva materia prima o producto, mediante un proceso fisicoquímico o mecánico, a partir de productos y materiales ya en desuso o utilizados con lo cual conseguimos alargar el ciclo de vida de un producto, ahorrando materiales y beneficiando al medio ambiente al generar menos residuos. El reciclaje surge no sólo para eliminar residuos, sino para hacer frente al agotamiento de los recursos naturales del planeta por lo que potencializar esta actividad resulta una buena alternativa, sin embargo hay que establecer acciones que permitan un mayor volumen de reintroducción de RSU a los ciclos productivos.

Por lo que crear un órgano responsable de campañas permanentes de residuos y contaminación en la entidad potenciaría sin duda este tópico ya que así se podrán establecer plantas de clasificación y optimizar el proceso de selección desde el generador. Ya que aunque sabemos que es conveniente tirar el papel y el vidrio en contenedores especiales porque se pueden reciclar, también nos damos cuenta día a día de que es importante depositar pilas y otros objetos contaminantes en lugares destinados para ello. Sin embargo la mayoría de los ciudadanos se preguntan aún dónde tirar algunos de sus desechos y se plantean cuál es el objetivo de tener tantas bolsas de basura en casa.

Hay que recordar que intentar reusar o reutilizar los desechos que se puedan se asocia al reciclaje.

V. DISCUSIÓN

Antiguamente los RSU no eran motivo de preocupación, sin embargo en la actualidad representa una problemática importante para la sociedad, sin embargo. La generación de RSU en nuestro país, como en todo el mundo, se ha convertido en un problema crítico al que es necesario dar respuesta, a fin de respetar los requerimientos ambientales y de salud de la población, así como también contribuir al desarrollo sustentable como lo mencionan Hoornweg, D. y P. Bhada-Tata (2012).

Brito y Pasquali (2006) destacan que para intentar resolver problemas ambientales no es suficiente analizar e intervenir sobre los flujos físicos de estos más bien advierten la importancia de conocer los procesos mediante los cuales se desarrolla el comportamiento y las actitudes sobre el ambiente. Para el caso del estado de México como consecuencia de la explosión demográfica, el desarrollo económico y el crecimiento de los grandes centros urbanos, la producción de basura se ha incrementado considerablemente y, por ello, el manejo y la disposición de la misma debe despertar el interés por dar soluciones adecuadas y ambientalmente benignas.

De acuerdo a la información recabada en el Estado de México se muestra un manejo tradicional de los RSU, lo que lo coloca como el de mayor problemática a nivel nacional en cuanto a manejo y disposición de sus RSU, por lo que es de suma importancia la planificación de una gestión de RSU.

La información recabada revela la factibilidad de aplicar un plan de gestión regionalizada puesto que más de la mitad del volumen estatal de RSU generados se centra en 10 municipios, la mayoría ubicados en lo que conocemos como zona conurbada a la Ciudad de México y presentan características similares de aspecto socioeconómico y cultural. Se presentan una serie de propuestas enfocadas a aspectos administrativos, de educación, tecnológicos y de aprovechamiento económico. Comenzando por la minimización y promoviendo su valorización con el reciclaje y transformación; donde la educación ambiental toma relevancia. También se incluyen propuestas que incluyen una mayor participación de empresas particulares.

VI. CONCLUSION

El presente trabajo permitió proponer estrategias para el manejo de RSU en el Estado de México.

Las estrategias recomendadas de este trabajo pudieran parecer muy obvias o simples, sin embargo es importante mencionar que más allá del cumplimiento de los objetivos es importante estimular la búsqueda de una producción limpia y ayudar de forma económica a los gobiernos tanto estatal como municipales en el correcto manejo para la buena disposición de los RS y aunque es evidente se requiere mayor investigación de forma particular por la variabilidad de las circunstancias, las propuestas son factibles de llevarse a cabo y con seguridad arrojarán nuevas posibilidades para desarrollo de estrategias e innovaciones en este rubro.

VII. LITERATURA CITADA

BADESNIARN. (2017). Residuos sólidos urbanos. SEMARNAT. http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/approot/dgeia_mce/html/01_ambiental/residuosSolidosU.html [Fecha de consulta 29/oct/2017].

BancoMundial. (2012). Las ciudades van a enfrentar un marcado aumento de los costos de tratamiento de basuras. [En línea]. World Bank Group. <http://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2012/06/06/cities-to-face-sharply-rising-costs-for-garbage-treatment> [Fecha de consulta 15/ago/2017].

BancoMundial. (2013). En Latinoamérica, no aprovechar la basura es un desperdicio [En línea]. World Bank Group. <http://www.bancomundial.org/es/news/feature/2013/12/18/basura-en-latinoamerica> [Fecha de consulta 15/ago/2017].

Barcala., J. G. (2014). La historia de la basura. ¿Hemos cambiado? [En línea]. Ciencia Histórica. <http://www.cienciahistorica.com/2014/09/25/la-historia-de-la-basura-hemos-cambiado/> [Fecha de consulta 22/ago/2017].

Brito, E. y Pasquali, C. (2006). Comportamientos y actitudes asociados a la disposición de la basura en áreas urbanas no planificadas. INCI, Caracas. 31(5):338-344.

Código para la Biodiversidad del Estado de México. Congreso del Estado de México. 13-mayo-2005

(EPA), A. d. P. A. d. E. U. (2017). Prevención de la basura desde el origen [En Línea]. EPA. <https://espanol.epa.gov/espanol/prevencion-de-la-basura-desde-el-origen> [Fecha de consulta 03/sep/2017].

Escobar, L. (2002). Hacia la gestión ambiental de residuos sólidos en las metrópolis de América Latina. INNOVAR. Revista de Ciencias Administrativas y Sociales, (20), 111-120.

Harvey, P. (2012). Políticas de la materia y residuos sólidos: descentralización y sistemas integrados. *Anthropologica*, 30(30), 133-150.

Hernández, A. R. (2009). *Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos*. Licenciatura. Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura. México, Instituto Politécnico Nacional. Delegación Gustavo A. Madero, CDMX.139p.

Herrera, N. 2006. Convertirán tiradero Neza 1 en Ciudad Jardín. *Teorema Ambiental*. 64(1):12

Herrera, A. C. (2010). *Desarrollo de un plan de manejo de residuos sólidos urbanos para el municipio de El Espinal Oaxaca*. Maestría. Instituto Politécnico Nacional. Delegación Gustavo A. Madero, CDMX.162 p.

Hoorweg, D., & Bhada-Tata, P. (2012). What a waste, a Global Review of solid Waste Management [En línea]. World Bank Group. http://siteresources.worldbank.org/INTURBANDEVELOPMENT/Resources/336387-1334852610766/What_a_Waste2012_Final.pdf [Fecha de consulta 18/ago/2017].

(INECC), I. N. d. E. y. C. C. (2015). Primer informe bienal de actualización ante la convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático [En línea]. SEMARNAT. http://www.inecc.gob.mx/descargas/cclimatico/2015_bur_mexico_low_resolution.pdf [Fecha de consulta 18/oct/2017].

(INEGI) I. N. d. E. y G. (2011). *Censo Nacional de Gobierno 2011, Gobiernos Municipales y Delegacionales, Manual del Módulo Ambiental de Residuos Sólidos Urbanos* [En línea]. file:///C:/Users/CCGUL13/Downloads/man_mod_6.pdf [Fecha de consulta 18/ago/2017].

(INEGI) I. N. d. E. y G. (2016a). Anuario estadístico y geográfico por entidad federativa [En línea].
http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/AEGPEF_2016/702825087357.pdf
[Fecha de consulta 18/ago/2017].

(INEGI) I. N. d. E. y G. (2016b). Anuario estadístico y geográfico de México 2016 [En línea].
http://www3.inegi.org.mx/sistemas/componentes/previsualizador/vista.aspx?arc_h=/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/AEGPEF_2016/702825087357.pdf&tipo=1 [Fecha de consulta 18/ago/2017].

INEGI (2016c). Conociendo el Estado de México. México [En línea].
http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/AEGPEF_2016/702825087357.pdf
[Fecha de consulta 18/ago/2017].

Kless, D. R. y C. Coccato (2005). Residuos Sólidos Urbanos [En línea]. Departamento de Estabilidad., Universidad Nacional del Nordeste.
<http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/com2005/7-Tecnologia/T-033.pdf>
[Fecha de consulta 26/oct/2017].

León, C. E. (2008). Reciclado y Tratamiento de Residuos. Residuos sólidos urbanos. Licenciatura. Universitat Jaume I. Castellón, España. 57 p.

León*, J. Navarrete, M. C. (2005). El manejo de residuos sólidos municipales en México y la participación del Banco Mundial. Comercio Exterior, 55(4):348-361.

León, W. C. (2017). Convirtiendo los problemas en negocios. Teorema ambiental. México. 125(1):6.

Ley de Desarrollo Sustentable y Protección al ambiente del Estado de México. Gaceta del Gobierno. 07-Agosto-1997.

Ley General de Cambio Climático. Diario Oficial de la Federación. México. Última reforma 01/06/2016.

Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. Diario Oficial de la Federación. México. Última reforma 24/01/2017.

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Diario Oficial de la Federación. México. Última reforma 22/05/2015.

Martínez, J. L. (2017). AMEXA, una propuesta para sacar jugo al problema de los residuos. Teorema ambiental. México. 125(1):14-16.

Miranda, M. d. P. C., R. m. C. Vallespí, M. d. P. C. Ramírez, C. E. León, S. E. Santos, M. Á. F. Morales, M. Á. G. Fernández, C. L. García, J. P. Esteban, M. P. Torralba y D. S. d. Castillo. (2012). Reciclado y tratamiento de residuos. Unidad II, Tema 4. Residuos Sólidos Urbanos. Edición digital actualizada. UNED Publicaciones. Madrid, España.

Norma Técnica Estatal ambiental NTEA-010-SMA-RS-2008. Gaceta de Gobierno. 21-mayo-2009.

Norma Técnica Estatal ambiental NTEA-011-SMA-RS-2008. Gaceta de Gobierno. 21-mayo-2009.

Norma Técnica Estatal ambiental NTEA-013-SMA-RS-2011. Gaceta de Gobierno. 28-septiembre-2011.

Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003. Diario Oficial de la Federación. México. Última reforma 20/10/2004.

Norma Oficial Mexicana NOM-098-SEMARNAT-2002. Diario Oficial de la Federación. México. Última reforma 01/10/2004.

Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011. Diario Oficial de la Federación. México. Última reforma 23/11/2012.

Olguin, I. 2011. Carlos Slim, la ciudad que construyo en Neza. El Universal Estado de México [En línea].
<http://www.eluniversaledomex.mx/nezahualcoyo/nota15074.html> [Fecha de consulta 25/oct/2017]

Piña, J. P. L., M. L. Q. Soto, C. A. T. Méndez y C. F. M. Ávalos (2009). Impulso al sector servicios del municipio de Nezahualcóyotl, Estado de México: tendencias y desafíos. Revista Digital Universitaria UNAM. México [En línea].
http://rp3ht4sw7p.search.serialssolutions.com.ezproxy.conricyt.org/?ctx_ver=Z39.88-2004&ctx_enc=info%3Aofi%2Fenc%3AUTF-8&rft_id=info%3Aasid%2Fsummon.serialssolutions.com&rft_val_fmt=info%3Aofi%2Ffmt%3Akev%3Amtx%3Ajournal&rft.genre=article&rft.atitle=Residuos+s%C3%B3lidos+municipales%2C+miner%C3%ADa+urbana+y+cambio+clim%C3%A1tico&rft.jtitle=El+Cotidiano&rft.au=Ramos%2C+Gian+Carlo+Delgado&rft.date=2016-01-01&rft.pub=Universidad+Aut%C3%B3noma+Metropolitana&rft.issn=0186-1840&rft.volume=31 [Fecha de consulta 27/oct/2017].

Ramos, G. C. D. (2016). Residuos sólidos municipales, minería urbana y cambio climático. El Cotidiano. 31(1):75-84.

Reglamento del Libro Cuarto del Código para la Biodiversidad del Estado de México. Gaceta del Gobierno. 01-mayo-2006.

Reglamento de la Ley General de Cambio Climático. Diario Oficial de la Federación. México. Última reforma 28/10/2014.

Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. Diario Oficial de la Federación. México. Última reforma 31/10/2014.

Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Diario Oficial de la Federación. México. Última reforma 31/10/2014.

Slim, F. C. 2016. El Bordo de Xochiaca, la basura que se convirtió en una Ciudad [En línea]. <http://fundacioncarlosslim.org/borde-xochiaca-la-basura-se-convirtio-una-ciudad/> [Fecha de consulta 29/oct/2017].

(SEMARNAT) S.d. E. M. A. y. R. N. (2017a). Informe del Medio Ambiente. Residuos. México. Capítulo 7. (1):325-358.

(SEMARNAT) S.d. E. M. A. y. R. N. (2017b). Clasificación, reciclaje y valorización de los RSU [En línea]. <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/clasificacion-reciclaje-y-valoracion-de-los-rsu> [Fecha de consulta 28/oct/2017].

(SEMARNAT) S.d. E. M. A. y. R. N. (2017c). Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Residuos. Residuos Sólidos Urbanos. México. (1): 429-472.

(SMA) S. d. M. A. (2011). Registro de Empresas prestadoras de servicios en materia Gestión Integral de Residuos Sólidos de Manejo Especial en el Estado de México. http://sma.edomex.gob.mx/sites/sma.edomex.gob.mx7files/files/sma_pdf_reg_empre_pres_ser.pdf [Fecha de consulta 04/oct/2017].

(SMA) S. d. M. A. (2015a). Cuida el medio ambiente, difusión de la cultura ambiental [En línea]. http://sma.edomex.gob.mx/programa_de_educacion_ambiental [Fecha de consulta 04/oct/2017].

(SMA) S. d. M. A. (2015b). Cuida el medio ambiente, cursos y talleres [En línea]. http://sma.edomex.gob.mx/cursos_y_talleres [Fecha de consulta 04/oct/2017].

(SMA) S. d. M. A. (2016). Descripción del Estado de México [En línea]. http://sma.edomex.gob.mx/sites/sma.edomex.gob.mx/files/files/sma_pdf_cam_clima_2.pdf [Fecha de consulta 04/oct/2017].

Tur, A. A. (2012). Residuos sólidos urbanos, una consecuencia de la vida, Universitat Jaume I. Castellón, España. 56p.

Villa, M. T. A. 1999. El tratamiento económico de los residuos sólidos urbanos. Comunicación de tesis Doctoral. Economía, Universidad de Oviedo. Oviedo, España. 17p.

Ventura, J. P. (2013). La sociedad de consumo: vivir es consumir [En línea] <http://elordenmundial.com/2013/11/19/sociedad-de-consumo/> [Fecha de consulta 27/ago/2017].

Zhu, D., P. U. Asnani, C. Zurbrügg, S. Anapolsky y S. Mani 2008. Improving municipal solid waste management in India: A sourcebook for policy makers and practitioners. The World Bank. Washintong, D.C. 176p.