



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

**FACULTAD DE ECONOMÍA
Posgrado en Economía**

**LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL DISTRITO FEDERAL:
UNA PROPUESTA DE APROVECHAMIENTO**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN ECONOMÍA
P R E S E N T A
SALVADOR MONROY SALDIVAR
TUTORA: DRA. LILIA DOMINGUEZ VILLALOBOS



México, D.F.

2006



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A Mónica, Fabián y Adrián

*Quienes han compartido conmigo todos los momentos gratos
que nos da la vida y que siempre serán la razón de mis esfuerzos.*

A mis queridos padres (†) y hermanos

*Con quienes indudablemente compartí gran parte de mi vida
y a los que debo mucho de los logros de hoy.*

A Carlos Abarca y Francisca Liceaga

Por su gran apoyo y cariño que siempre me han brindado.

A mis compañer@s y grandes amig@s

*Incansables luchadores que siempre me han acompañado
y con quienes he compartido grandes alegrías.*

A la Dra. Lilia Domínguez Villalobos

*Por su gran apoyo y orientación en
la realización de este trabajo.*

LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL DISTRITO FEDERAL: UNA PROPUESTA DE APROVECHAMIENTO

Contenido

Introducción

Capítulo 1

Marco teórico – conceptual

1.1. Antecedentes del pensamiento sobre la gestión de los desechos sólidos	7
1.2. Precisiones en la gestión de residuos sólidos municipales	9
1.3. Aproximaciones teóricas a la contaminación por residuos sólidos	
1.3.1 Planteamiento teórico de la economía ecológica	13
1.3.2 Planteamiento teórico de la economía ambiental	16
1.4. Instrumentos regulatorios y económicos aplicados en el control y manejo de los residuos sólidos municipales.	22
1.4.1 Instrumentos regulatorios	23
1.4.2 Instrumentos económicos	24
1.5 Efectos en la salud y el medio ambiente causados por los residuos sólidos	
1.5.1 Impactos ambientales asociados con los residuos sólidos	27
1.5.2 Efectos en la salud relacionados con el manejo de los residuos sólidos	31
1.5.3 Características de los rellenos sanitarios.	35

Capítulo 2

Marco Jurídico

2.1. Análisis de las iniciativas internacionales relacionadas con la gestión de los desechos sólidos municipales.	43
2.1.1. Agenda 21, Capítulo 21: "Gestión ecológicamente racional de los desechos sólidos".	44
2.2. Análisis del Marco Legal correspondiente a la gestión de los residuos sólidos municipales en los países de América Latina.	49
2.3. Análisis del Marco Jurídico Mexicano relacionado con la gestión de los desechos sólidos municipales.	
2.3.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.	53
2.3.2. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.	53
2.3.3. Ley General para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos.	55
2.3.4. Ley de desarrollo urbano del Distrito Federal	56
2.3.5. Ley ambiental del Distrito Federal.	57
2.3.6. Ley de residuos sólidos del Distrito Federal.	58

Capítulo 3

Análisis de la situación de los residuos sólidos municipales

3.1	Los residuos sólidos en algunos países seleccionados	61
3.1.1	Medidas adoptadas en la actualidad por algunos países.	63
3.2	Los residuos sólidos en América Latina	
3.2.1	Generación de residuos sólidos	67
3.2.2	Composición y características de los residuos	68
3.2.3	Cobertura y calidad de los servicios	69
3.2.4	Aspectos económico-financieros	72
3.3	Los residuos sólidos en la Ciudad de México	
3.3.1	Generación	74
3.3.2	Barrido	75
3.3.3	Sistemas de recolección	76
3.3.4	Unidades de transferencia	77
3.3.5	Tratamiento	78
3.3.6	Disposición final	79
3.3.7	Costos del manejo de residuos sólidos	80

Capítulo 4

Propuestas para reducir los residuos sólidos generados en la Ciudad de México

4.1	Aprovechamiento del Biogás de los rellenos sanitarios: El caso de la Ciudad de Monterrey	87
4.2	Aprovechamiento de los residuos orgánicos como alternativa en la reducción de los residuos sólidos.	90
4.2.1	La producción de composta en la Universidad Nacional Autónoma de México.	91
4.2.2	La producción de composta en la Delegación Alvaro Obregón	93
4.2.2.1	Beneficios ambientales.	93
4.2.2.2	Beneficios económicos.	94
4.2.3	Plantas de composta como una posible solución para la reducción de los residuos sólidos.	95
4.2.4	Aspectos Financieros	95
4.3	Sistema de gestión integral de los residuos sólidos urbanos vs Ciudad de México.	99
4.3.1	Elementos adicionales para un buen funcionamiento de un sistema de manejo integral.	100
4.4	Instrumentos de regulación y económicos que se podrían aplicar para lograr un manejo integral de los residuos sólidos.	102
	Conclusiones finales	105
	Bibliografía	113
	Anexos: Archivo magnético (disco compacto adjunto)	

“Una niña comentaba en la escuela que su padre era barrendero; si bien algunas personas consideraron humillante este trabajo, ella opinaba que la persona encargada de recoger la basura es muy superior, a aquella que la tira”.

Clodagh Anderson

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el tema ambiental ha cobrado importancia a nivel internacional debido a los grandes problemas que se han presentado tales como: el calentamiento global, los cambios climáticos, la escasez de agua, la contaminación del aire etc., muchos de ellos provocados por las actividades propias de los seres humanos. Ante este escenario, los países han participado en acuerdos y tratados internacionales para abordar estos problemas y con ello intentar disminuir el deterioro ambiental en el mundo, por lo que se pretende establecer un orden universal sobre diversos aspectos, en el ámbito económico, social y ambiental que permita un mejor desarrollo de la humanidad.

El problema ambiental ha sido de enorme magnitud que incluso se ha convertido en tema de la agenda internacional de importantes organismos internacionales. Cabe citar que en el año de 1992 se llevó a cabo la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, en Río de Janeiro, en la cual se abordó el tema de los residuos sólidos. Los objetivos propuestos fueron: reducción al mínimo de los residuos, reutilización y el reciclado de los residuos, promoción de la eliminación y ampliación del alcance de los servicios que se ocupan de los residuos.

Un factor decisivo en esta problemática, es el crecimiento y concentración de la población durante las últimas décadas del cual un porcentaje significativo se ha concentrado en las grandes ciudades. Hace cien años la cantidad de residuos que se producía era muy pequeña, existían menos personas y sus residuos podían ser absorbidos por la naturaleza con mayor facilidad; sin embargo en los últimos 50 años esto ha cambiado, la sociedad ha adoptado nuevos patrones de consumo y de producción que van acompañados de nuevos

materiales que fomentan la cultura del "úselo y tírelo", y por tanto la capacidad de absorción y reciclaje propia de la naturaleza se ha visto amenazada por una mayor contaminación.

Actualmente, la concentración de la población urbana fomenta la producción de enormes cantidades de residuos de origen doméstico e industrial y la falta de mecanismos de control sobre su uso y la inexistencia de sistemas de recolección, reciclaje y disposición final adecuados hacen que nuevos materiales se transformen en un gran problema para la sociedad llegando a ocasionar un deterioro progresivo en la calidad de vida de las personas, generando daños sociales, económicos y ambientales como consecuencia de la producción y la inadecuada disposición de los mismos.

A nivel mundial existen diferentes formas de gestión y disposición de los residuos producidos, entre los métodos empleados están: los tiraderos a cielo abierto, rellenos sanitarios o controlados, reciclaje de materiales y combustión, los métodos utilizados se modifican de acuerdo con el nivel de desarrollo económico.

Ahora bien, los problemas ambientales asociados con la gestión inadecuada de los residuos sólidos se presentan en todas las etapas del proceso de limpieza urbana desde la generación, el almacenamiento, la recolección y transporte, transferencia, tratamiento y disposición final, originando la contaminación de las aguas superficiales que muchas veces son fuentes de abastecimiento de agua potable. Las formas de contaminación son principalmente la descarga de residuos líquidos o sólidos.

Los acuíferos subterráneos también se contaminan debido a los líquidos que generan los residuos sólidos cuando se disponen en lugares donde no se cuenta con las condiciones adecuadas para su confinamiento y control. La disposición de residuos sólidos en las orillas del mar causa problemas de deterioro ambiental en las costas y playas, el paisaje natural, así como en la fauna marina. Otro elemento es el aire, pues se ve afectado por la contaminación atmosférica por la presencia de malos olores y la generación de humos, gases y partículas en suspensión, producto de la quema provocada o espontánea y el arrastre de los vientos. Finalmente, el paisaje se ve afectado por el gestión inadecuada y la mala disposición de residuos sólidos dejándolos en lugares que no son apropiados.

En lo que se refiere a la gestión de los residuos sólidos y sus efectos en la salud, encontramos que las poblaciones más expuestas a contraer enfermedades o daños en el organismo que se manifiesten en el largo plazo son aquellas que se encuentran en asentamientos marginales y que no disponen de recolección

domiciliaria regular, otro grupo son las familias que viven en los alrededores de los sitios de tratamiento y disposición final de residuos, también los trabajadores formales o informales involucrados en el manejo, transporte y disposición final de los residuos sólidos.

Asimismo, los impactos de los residuos sólidos en el ambiente se pueden extender a través del viento que transporta sustancias tóxicas, la contaminación de los cuerpos de agua superficiales y subterráneos, y por el consumo de carne de animales criados en lugares donde se depositan los residuos que resultan transmisores de enfermedades.

Por lo que un mal manejo y la disposición inadecuada de los residuos sólidos presenta el fenómeno de la reproducción de fauna nociva como: moscas, cucarachas, piojos, pulgas y roedores, que son portadores de microorganismos causantes de enfermedades. También se incluyen a otros grupos patógenos; virus, bacterias, hongos y parásitos que pueden afectar a los individuos transmitiéndoles enfermedades tales como: disentería, diarrea, rabia, amibiasis, cólera, fiebre tifoidea, salmonelosis, paludismo y cisticercosis, entre otras.

Los productos usados comúnmente en el hogar como son: el detergente para ropa, los quita manchas, los esmaltes para uñas, los plásticos, los aerosoles, televisiones, radios, el vidrio, la cerámica, las lámparas fluorescentes, los restos de pintura, etc., que después se convierten en residuos pueden contener químicos peligrosos como: tricloroetileno, benceno, tolueno, cloruro de metileno, xileno, dibutilftalato, tolueno, etc., que al ser depositados en los rellenos sanitarios, tiraderos a cielo abierto o barrancas, afectan la salud de los seres vivos, se ha comprobado que algunos de los compuestos orgánicos pueden generar cáncer, mutaciones, daños en el producto de mujeres embarazadas, daños en el sistema nervioso, hígado, riñones, ojos, piel, sistema inmunológico, gastrointestinal, etc.

Los daños en la salud, son muy claros y algunos de ellos no se manifiestan en el corto plazo, en algunos casos los efectos se presentan después de varios años de exposición a las diversas sustancias tóxicas que terminan manifestándose en enfermedades graves, inclusive también los animales presentan alteraciones en su salud.

En nuestro país y, específicamente, en el Distrito Federal, el sistema que prevalece es el de disponer los residuos en los rellenos sanitarios y, gran parte de ellos, se disponen en barrancas y otros sitios. Al respecto, se ha encontrado evidencia de que el depósito de los residuos sólidos en rellenos sanitarios no es la solución al problema.

Asimismo, en nuestro país no existen investigaciones que puedan demostrar los efectos de vivir en los alrededores o en los rellenos sanitarios. Un estudio realizado por la Organización Panamericana de la Salud (OPS, 1993), citado por la Secretaría de Desarrollo Social (Sedesol, 2004), expone los efectos en la salud de gente que vive y trabaja en los tiraderos, que van desde abortos, un alto índice de mortandad por enfermedades y principalmente en infantes, y la esperanza de vida es menor comparados con la que tiene el resto de la población en México.

Sin duda, el problema de los residuos sólidos tiene un impacto internacional y se agudizará con el paso del tiempo; los países desarrollados ya han aplicado medidas para disminuir sus consecuencias no sólo en lo que se refiere a un tratamiento adecuado sino en programas de producción mas limpia, al mismo tiempo se fomenta la educación ambiental en cuanto al tratamiento de los residuos, otro paso importante lo ha dado algunas organizaciones que fomentan el consumo de productos amigables al medio ambiente.

En otros países de América Latina, la aplicación de medidas encaminadas al mejoramiento en el manejo y disposición de los residuos sólidos ha sido lenta debido a muchos factores políticos, económicos y culturales. Uno de los factores más decisivos es la poca importancia que los gobiernos le otorgan al medio ambiente y, por tanto, no existen programas específicos que atiendan estas áreas.

Para darnos una idea aproximada de la magnitud del problema, en el caso del Distrito Federal (D.F), se generan 12,000 toneladas al día de residuos sólidos equivalentes a 4'380,000 toneladas anuales aproximadamente de residuos y en cuanto a la generación per cápita, según los estudios más recientes, la generación por habitante llega a 1.4 Kg/hab/día. El Palacio de Bellas Artes tiene un volumen de 175, 776 m³ y la Pirámide del Sol de Teotihuacan de 1'898,437 m³. Las 4'380,000 toneladas de residuos que se producen al año en el D.F., expresadas en metros cúbicos serian igual a 13'140,000 m³. Los residuos que se generan en el D.F. cada año podrían llenar casi 7 veces la Pirámide del Sol o 75 veces el Palacio de Bellas Artes en un año.

Los residuos domésticos también conocidos como no peligrosos son aquellos que provienen de actividades que se desarrollan en casa-habitación, sitios y servicios públicos, demoliciones, construcciones, establecimientos comerciales y de servicios, también llamados *residuos sólidos municipales (RSM)*.

Esta investigación tiene como uno de sus objetivos el estudio de los residuos sólidos domésticos y dentro de ellos nos interesa específicamente la parte que se refiere a los residuos orgánicos, que como veremos más adelante se trata de una proporción considerable dentro del total de los residuos que puede ser aprovechada.

Ante estas evidencias y considerando que se deben de proponer nuevas alternativas para tratar de cambiar los mecanismos de manejo y control prevaecientes se plantea la siguiente hipótesis: *En el tratamiento de los residuos sólidos de la ciudad de México, el reciclado es un aspecto muy importante para minimizar el impacto ambiental ocasionado por los residuos y su destino final, por lo que sería deseable llevarlo a cabo; sin embargo, puede no ser posible ni eficiente. Para el caso de la ciudad de México, el tratamiento de los residuos orgánicos domésticos y el aprovechamiento del biogás, es prioritario y posible.*

En esta investigación demostraremos que aplicar un tratamiento de compostaje y un aprovechamiento del biogás son algunas alternativas viables en términos económicos y ambientales, que permiten una relación más favorable del ser humano con su entorno.

Los objetivos particulares de esta tesis son: analizar el marco normativo que determina, el manejo y tratamiento de los residuos sólidos en el Distrito Federal; analizar las condiciones actuales en las que se encuentra la generación, manejo y la disposición final de los residuos sólidos que se producen en la Ciudad de México; y, finalmente, demostrar que la aplicación de tratamientos alternativos en los residuos orgánicos y la generación de biogás implica inversiones que en el corto plazo se traducirán en impactos positivos en el ambiente y la economía.

La investigación se compone de cuatro capítulos, en el primero se explican los diferentes elementos teóricos que nos permiten ubicar a los residuos sólidos dentro del contexto económico, así como las definiciones teóricas correspondientes a este tema, también se exponen los diferentes instrumentos regulatorios y económicos que se pueden utilizar para el manejo y control de los residuos sólidos y finalmente hay dos apartados, donde se muestran los efectos en la salud y en el ambiente provocados por los residuos sólidos.

El segundo capítulo aborda el análisis del marco jurídico correspondiente a los residuos sólidos municipales, se realiza una revisión de los tratados internacionales relacionados con la gestión de los residuos sólidos, así como también se revisa el marco jurídico que predomina en América Latina con respecto a los residuos y se concluye con un análisis del marco legal correspondiente a los residuos sólidos en México y en el Distrito Federal.

En el tercer capítulo se hace un análisis de la situación que guardan los residuos sólidos municipales en algunos países desarrollados, mencionando algunas de las medidas que se han aplicado y que han dado buenos resultados, también se presenta un análisis de la situación de los residuos sólidos en América Latina y en México, poniendo énfasis en el caso de la Ciudad de México.

El cuarto capítulo se refiere a las propuestas finales, donde se plantean como alternativas para un mejor manejo y disminución de los residuos sólidos depositados en los rellenos sanitarios, el tratamiento de los residuos orgánicos en plantas productoras de composta y al mismo tiempo el aprovechamiento del biogás que se produce en los rellenos sanitarios al depositar grandes cantidades de residuos, resaltando las ventajas que se pueden obtener en el ambiente y la economía al adoptar este tipo de alternativas. Finalmente se hace un comparativo entre los aspectos que se deben considerar en un sistema de manejo integral de residuos sólidos y los avances en la aplicación de los mismos en la Ciudad de México.

MARCO TEÓRICO – CONCEPTUAL DEL ANÁLISIS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

1.1 Antecedentes del pensamiento sobre la gestión de los residuos sólidos.

Entre los primeros escritores que trataron el tema de los residuos sólidos podemos encontrar a H. de B. Parson que en 1906, escribió probablemente el primer libro que hablaba de los residuos sólidos, titulado "*La evacuación de basuras municipales*". En éste se señalan muchos de los principios básicos y métodos de lo que hoy se conocen en la gestión de residuos sólidos. La gestión de residuos sólidos se define como la disciplina asociada al control de la generación, almacenamiento, recolección, transferencia, transporte, procesamiento y disposición final de residuos sólidos de una forma coherente con los principios de salud pública¹.

Los métodos de recolección mencionados por Parson, utilizados en el pasado, siguen siendo los mismos, es decir, en ellos se emplea mucha mano de obra. Los métodos utilizados frecuentemente para la

¹ Tchobanoglous, George. *Gestión integral de residuos sólidos*. España, McGraw Hill, 1994.

disposición final fueron: depósitos en tierra cubiertos y al aire libre, depósitos en agua, alimentación para animales, reducción e incineración.

Al pasar el tiempo y concientes de que los métodos de disposición de residuos sólidos ya no eran los más adecuados, en los años treinta, el Reino Unido inició el establecimiento de un mecanismo en el cual los residuos se disponían en depósitos controlados. Posteriormente, a principios de los años cuarenta, Estados Unidos fue el primer país en emplear este tipo de depósitos en el continente americano. Las ciudades de New York y Fresno, fueron las pioneras en el uso y adopción de depósitos controlados para las grandes urbes. (Tchobanoglous, 1994).

Hasta el siglo pasado la cantidad de residuos que producían los habitantes de la tierra era considerablemente pequeña comparada con la que actualmente se produce. Existían menos gente y sus residuos podían ser absorbidos por la naturaleza con mayor facilidad. La gente tenía menos objetos y los conservaba por más tiempo. Sin embargo, en los últimos 50 años esto ha cambiado. La sociedad ha adoptado nuevos patrones de consumo y de producción que van acompañados de nuevos materiales que fomentan la cultura del "úselo y tírelo", y por tanto la capacidad de absorción y reciclaje propia de la naturaleza se ha visto amenazada, en palabras de Martínez Alier (2001) "La naturaleza proporciona ciclos biogeoquímicos de reciclaje de elementos químicos, como el ciclo del carbono o los ciclos de fósforo, y lo que hacemos en la economía actual es acelerarlos a un ritmo mayor al reciclable naturalmente, con lo que provocamos contaminación"². La contaminación la definimos como: "un cambio indeseable en las características físicas, químicas o biológicas del aire, el agua o el suelo que pueden afectar de manera adversa la salud, la supervivencia o las actividades de los humanos o de otros organismos vivos"³. Nadie duda que los materiales plásticos, los detergentes, los embases, las envolturas, los fertilizantes, plaguicidas, etc., sean útiles para el hombre pero la falta de mecanismos de control sobre su uso y la ausencia de sistemas de recolección, reciclaje y disposición final adecuados, hacen que estos materiales se transformen en un gran problema para la sociedad.

Los problemas relacionados con la gestión de los residuos sólidos son complejos, entre ellos: por la cantidad y la naturaleza de los mismos; por el desarrollo de zonas urbanas; y por los limitados fondos para los servicios públicos. Al mismo tiempo, el volumen de estos desperdicios se ha incrementado por el

² Martínez Alier, Joan y Roca Jusmet, Jordi. *Economía ecológica y política ambiental*. México, D.F. Ed. F.C.E. segunda edición 2001. pp.12

³ Glynn, Henry & Heinke, Gary W. *Ingeniería ambiental*. México, D. F. Ed. Pearson. Segunda Edición 1999. pp. 2.

cambio en los patrones de consumo, el tamaño de la economía, la tecnología, la eficiencia de la economía y los marcos sociales e institucionales que existen en los diversos países.

Las medidas adoptadas para el control de los residuos sólo han buscado solucionar el problema de los residuos encontrando lugares para su disposición final y ampliando la recolección; paralelamente se han considerado poco las prácticas para reducir los volúmenes de residuos, así como instrumentar procesos productivos con tecnología más limpia y productos que generen menos residuos.

1.2 Precisiones en la gestión de residuos sólidos municipales.

Dentro de las primeras definiciones oficiales proporcionadas por organismos internacionales sobre los residuos sólidos, se encuentra la señalada en el capítulo 21 de la Agenda 21⁴, en la cual se aborda el tema de la "Gestión ecológicamente racional de los residuos sólidos", y se definen como *"todas los residuos domésticos y los residuos no peligrosos, como los residuos comerciales e institucionales, las basuras de la calle y los escombros de la construcción"*⁵.

Ubicándonos dentro del ámbito nacional encontramos que con base en la "Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)"⁶, se considera como **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, así mismo, encontramos que los residuos se dividen en dos tipos: peligrosos y no peligrosos.

Los **residuos no peligrosos** son aquellos que provienen de actividades que se desarrollan en casa-habitación, sitios y servicios públicos, demoliciones, construcciones, establecimientos comerciales y de servicios, también llamados *residuos sólidos municipales (RSM)*.

Los **residuos peligrosos** son todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas, representen

⁴ Elaborada en las resoluciones de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo llevada a cabo en Río de Janeiro en junio de 1992.

⁵ Naciones Unidas. *Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo*. Resoluciones aprobadas por la Conferencia. Volumen I. New York, 1993. Pág. 338 a 354.

⁶ "Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente" (LGEEPA). Publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF). México, D.F. 1988, con modificaciones publicadas en el DOF, el 7 de enero de 2000.

un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente.

Continuando con el tema de los residuos sólidos diremos que la gran diversidad y heterogeneidad de los RSM dificulta el establecimiento de criterios claros de clasificación y manejo. Se pueden clasificar en diversas formas pero una manera sencilla, de las más utilizadas y de fácil comprensión, es clasificarlos por la fuente y el origen del residuo. Las fuentes pueden ser domicilios, instituciones como escuelas, museos, iglesias, oficinas de gobierno, bancos, etc.; las áreas y vías públicas como calles y avenidas, carreteras, parques y jardines, balnearios, zoológicos, playas, mercados, etc.; el comercio y los servicios que comprenden hoteles y moteles, rastros, panteones, restaurantes, tiendas, teatros, estudios, etc.; finalmente la construcción y demolición genera grandes cantidades de desechos entre los cuales destacan el cascajo. (Ver Cuadro 1).

Cuadro 1
Clasificación de los residuos sólidos municipales

Fuente	Origen específico
Domiciliarios	Casas habitación
Institucionales	Escuelas básicas (preescolar a secundaria). Educación preparatoria y superior. Museos. Iglesias. Oficinas de gobierno. Patrimonio histórico. Bancos. Reclusorios.
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.
Comercial y de servicios.	Hoteles y moteles. Oficinas. Rastros. Panteones. Restaurantes. Tiendas. Presentaciones artísticas. Circos. Cines. Teatros. Estadios. Hipódromos y galgódromos. Parques deportivos. Autódromos. Velódromos. Plazas de toros. Frontón. Terminales: Marítimas. Terrestres. Aéreas.
Construcción y demolición	Cascajo

Fuente: Adaptado de Claudia Hernández y Simón González "Reciclaje de los residuos sólidos municipales". Programa Universitario del Medio Ambiente. UNAM. México D.F. 1997.

Una vez conocida la fuente y el origen, podemos ver que la composición de los residuos sólidos puede ser muy diversa: materia orgánica, papel y cartón, aluminio, plásticos, vidrio, metales, textiles, madera, cuero, entre otros. El porcentaje de los residuos varía según la fuente de generación, pero si consideramos el total veremos que los residuos orgánicos representan aproximadamente el 40% del total de los residuos generados.

Asimismo, es importante mencionar que existen distintas formas de tratamiento que se aplican a los residuos sólidos. Blanco (1997) señala atinadamente que el residuo se puede recuperar, la basura no. En este sentido, al poner todos los desperdicios juntos sin distinción se convierten en basura y producen contaminación en el suelo, aire, agua; por otra parte, afectan la salud de los seres humanos y otros seres vivos. Entre las diversas formas de tratamiento para los residuos sólidos se encuentran las siguientes:

- *Reciclaje:* en este caso los materiales desechados se pueden transformar en materia para la elaboración de otros productos, o simplemente se les puede buscar otros usos sin cambiar su composición física.
- *La incineración:* consiste en eliminar la mayor parte de los residuos mediante la combustión, a través de la cual se transforman en gases y cenizas aprovechando la energía producida.⁷
- *el composteo:* se refiere a la fermentación de las materia orgánica contenida en los residuos sólidos orgánicos, en presencia del aire por la acción de las bacterias, se utiliza como abono, ya que contiene diversos nutrientes.
- *Pirólisis o químico:* la descomposición de los elementos orgánicos se realiza en ausencia de oxígeno. Durante este proceso, la materia orgánica se convierte en líquidos, gases y otros residuos que reducen el volumen a la mitad. Esta técnica se utiliza para producir carbón sintético, para la recuperación del metano y ácido acético.
- *El relleno sanitario:* es un lugar utilizado para depositar los residuos después de su selección que cumple con ciertas normas sanitarias que permiten un tratamiento seguro y adecuado de los residuos.

Sin embargo, las formas de tratamiento presentadas no han sido suficientes para solucionar los problemas ocasionados por los residuos sólidos, debido a que existen procesos que no se consideran y forman parte de la generación de residuos, es decir, se tiene que fomentar un tratamiento de gestión integral de los residuos sólidos que contemple todas las etapas por las cuales atraviesan los residuos.

Una gestión integral, como ya se mencionó, implica tener control en todos los procesos que tienen los residuos sólidos como son: la generación, almacenamiento, recolección, transferencia, transporte, procesamiento y disposición final de residuos.

⁷ Se dice que utilizando los procesos de incineración se puede reducir el volumen de los residuos hasta quedar sólo un 10%, que serían las cenizas.

Tchobanoglous (1997) define la gestión integral de residuos sólidos como la selección y aplicación de técnicas, tecnologías y programas de gestión idóneos para lograr metas y objetivos específicos de gestión de residuos y propone una jerarquía en la gestión de residuos sólidos municipales que comprende la Reducción en el origen, el Reciclaje, la Transformación de residuos, y los rellenos sanitarios.

En nuestro país existen esfuerzos por aplicar una gestión integral pero desafortunadamente el proceso aún no se concreta, existen una gran cantidad de factores sociales, técnicos, políticos, culturales etc. que tienen que ser considerados para que cualquier iniciativa funcione, y ese es el reto a vencer.

1.3 Aproximaciones teóricas a la contaminación por los residuos sólidos.

El problema de los residuos sólidos puede estudiarse bajo el planteamiento teórico de la economía ecológica y de la economía ambiental ambas tienen perspectivas distintas, pero se enfocan en la toma de decisiones sobre problemas ambientales.

1.3.1 Planteamiento teórico de la economía ecológica.

De acuerdo con Constanza (1999), la economía ecológica considera a la Tierra como un sistema termodinámicamente cerrado y que no crece en el aspecto material, donde la economía humana es un subsistema del ecosistema global. Esto implica que hay límites al rendimiento biofísico de los recursos desde el ecosistema, a través del subsistema económico y de regreso al ecosistema como desperdicios.

El planteamiento de la economía ecológica considera que toda actividad realizada por el ser humano utiliza energía y materiales. El comportamiento de estos dos recursos está determinado por normas físicas que se establecen en las *Leyes de la Termodinámica*. Al respecto, cada una ellas nos dice que:

- a) **La primera ley** afirma que no se puede crear ni destruir materia ni energía, sólo se transforma. Las actividades económicas transforman la materia y energía de un estado a otro para producir bienes.

- b) *La segunda ley* sostiene que los procesos productivos utilizan materiales de baja entropía que se transforman en materiales con alta entropía⁸. Es decir, el proceso económico es un convertidor de recursos en residuos, en la medida que estos materiales no son aprovechados para reconvertirlos nuevamente en materiales

Estas leyes señalan que existe una transformación de los recursos extraídos de la naturaleza, mediante la producción y el consumo, y que regresan a la naturaleza en forma de residuos. En la fase final los residuos sólidos se acumulan en la naturaleza. Algunos de estos residuos son por ejemplo: los residuos orgánicos⁹ los cuales serán degradados por ciclos biofísicos, para ser reconstituidos en energía y materiales útiles para la naturaleza y la economía. En otros residuos como son los inorgánicos¹⁰ su proceso de descomposición puede tardar cientos de años.

Otra definición de la economía ecológica es la del autor Hauwermeiren (1999), que nos dice: la economía ecológica es la ciencia que estudia las relaciones entre los sistemas económicos y los ecosistemas, a partir de una crítica ecológica de la economía convencional.

La crítica a la economía convencional se refiere a que no toma en cuenta las consecuencias que las actividades del ser humano tienen sobre el medio ambiente, es decir, no considera las funciones de la biosfera como tal, en la vida de los seres humanos. Por biosfera se entiende el conjunto de agua, suelo, atmósfera, flora, fauna y energía procedente del sol, que se equilibra mediante el continuo flujo de la energía y el reciclaje de la materia¹¹.

Las funciones principales de la biosfera de las cuales dependen todas las actividades humanas son: a) proporcionar recursos, b) asimilar residuos y c) brindar diversos servicios medio ambientales.

⁸ La entropía se refiere a la energía que se requiere para producir algún bien, por ejemplo una manzana requiere de cierta energía que se transfiere por medio del árbol que se encarga de transformar la energía solar aunada con otros procesos naturales en nutrientes que le dan sus cualidades al fruto, este tipo de recursos naturales son los que se llaman de entropía baja, es decir, cierta energía que la naturaleza se ha encargado de equilibrar a lo largo del tiempo para producir los frutos, pero cuando se producen manzanas enlatadas se requiere además de la energía de la naturaleza otros procesos y materiales como son: maquinaria para todo el proceso de enlatado, energía eléctrica para que funcionen las máquinas, materiales para el empaquetado de las latas, etc, es decir, si hablamos de la energía que se requiere para producir todos esos elementos necesarios para enlatar las manzanas podemos hablar de un producto con una gran cantidad de energía, es lo que podemos llamar alta entropía.

⁹ Un residuo orgánico es todo residuo sólido biodegradable.

¹⁰ Los residuos sólidos inorgánicos son todos los residuos que no tengan características de orgánicos, es decir, no son biodegradables por ejemplo: vidrio, plástico, aluminio, metales no peligrosos, etc.

¹¹ Saar Van Hauwermeiren. *Manual de Economía Ecológica*. Ecuador. Editorial ILDIS. Segunda edición. 1999.

Cómo se relacionan la biosfera y la economía. Es claro que las actividades económicas reciben de la biosfera dos elementos importantes: a) el otorgamiento de recursos naturales y b) asimilación de residuos. Es decir, toda actividad económica necesita insumos de la naturaleza, energía, recursos y al mismo tiempo utiliza al medio ambiente como "receptor" de sus residuos.

No obstante que las actividades humanas dependen de las funciones del medio ambiente, al mismo tiempo generan daños o degradación a estas funciones. Si nos referimos exclusivamente a los residuos, específicamente en lo que respecta a la generación de residuos sólidos, la economía ecológica se refiere a la imposibilidad de generar menos residuos de los que puede tolerar la capacidad de asimilación de los ecosistemas, en detrimento de la destrucción de los mismos y de la vida humana; también advierte sobre la imposibilidad de extraer de los sistemas biológicos una cantidad de recursos que se pueda considerar como sostenible o renovable, pues de lo contrario acabaríamos con ellos e, indirectamente, con nosotros mismos. Al respecto, (Aguilera, 1994) menciona que todo esto exige un conocimiento profundo de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas naturales que son la base de la vida humana y de las sociedades.

El daño que se genera a los servicios que nos proporciona la biosfera se puede clasificar en tres grandes grupos: a) el agotamiento de los recursos, b) la contaminación y c) el deterioro de los servicios del medio ambiente.

En lo que se refiere a los residuos sólidos, la contaminación y el deterioro ambiental generados por los mismos, se explican por todos los residuos producidos por el ser humano y que no pueden ser absorbidos totalmente por la naturaleza debido a su excesiva cantidad. Aquí, la contaminación se produce cuando los niveles de concentración de los desperdicios son tales, que comienzan a producir efectos nocivos para los organismos vivos como enfermedades, contaminación de agua, suelo, aire, fauna nociva, deterioro estético del paisaje etc.

Generalizando estas ideas, diremos que de acuerdo con el planteamiento de la economía ecológica mientras la actividad humana no sobrepase los límites de la biosfera, el flujo continuo de energía solar, puede revertir en parte el flujo de energía dentro de la biosfera. Lo anterior significa que la energía solar puede convertir nuevamente una parte de los residuos en recursos, pero cuando se sobrepasan los límites de la biosfera, como ocurre en la actualidad es necesario intervenir y tomar acciones que

permitan equilibrar el sistema nuevamente. En lo que se refiere a los residuos sólidos orgánicos, éstos se pueden aprovechar para generar energía alternativa (como biogás), elaboración de abono orgánico, entre otros usos.

1.3.2 Planteamiento teórico de la economía ambiental.

La economía ambiental trata el efecto que tiene la economía en el medio ambiente, la importancia del entorno ambiental para la economía y la forma apropiada de regular la actividad económica, de tal manera que se logre un equilibrio entre los objetivos ambientales, económicos y otros de tipo social.¹²

La economía ambiental trata cuestiones relacionadas con la excesiva producción y, por tanto, de contaminación por parte del mercado, o la insuficiente protección del mundo natural, debido a las fallas del mercado¹³. Cuando nos referimos a fallas de mercado queremos resaltar la diferencia fundamental entre bienes convencionales tales como el pan, la tortilla, etc., que el mercado distribuye y raciona eficientemente, y los bienes ambientales como la contaminación y los residuos, entre otros, que el mercado no puede distribuir de manera eficiente. La misma naturaleza de los bienes ambientales ocasiona las fallas de mercado.

En la teoría económica se han desarrollado los conceptos de bienes públicos y externalidades para describir las características de los bienes ambientales que ocasionan las fallas de mercado; es importante mencionar que existe el concepto de "mal" que es lo contrario de un "bien", el cual es benéfico para los individuos y la gente lo quiere, en tanto que un mal es considerado perjudicial y la gente no lo quiere.¹⁴

Como se sabe, teóricamente los mercados funcionan eficientemente utilizando los precios, pero a pesar de las bondades que puede tener un sistema de precios para tomar decisiones sobre la producción y el consumo de bienes, no siempre funciona ni tampoco se puede confiar en él sobre todo en las cuestiones medio ambientales. Existen algunas circunstancias bajo las cuales los mercados pueden fallar:

¹² Kolstad, Charles. *Economía ambiental*. México. Ed. Oxford, 2001. pp.1

¹³ Idem. pp. 7

¹⁴ Es importante diferenciar entre un producto que se considera un bien y otro que se considera un mal, ya que por el primero se tiene que pagar un precio positivo y por el segundo un precio negativo, es decir, por un bien uno debe pagar cierta cantidad de dinero para consumirlo y por un mal al contrario tendría que recibir cierta cantidad de dinero por consumirlo.

- a. Por el lado de la producción, se puede presentar el caso de la existencia de monopolios naturales que pueden conducir a cambios en los precios por parte de dichas empresas y con ello generar problemas que impidan alcanzar el equilibrio.
- b. Por el lado del consumo generalmente se relaciona con "bienes públicos" o con "externalidades".

Como se mencionó anteriormente, los conceptos de bienes públicos y externalidades se utilizan para describir las características de los bienes ambientales, por lo que a continuación los estudiaremos.

Bienes Públicos

Para comprender el concepto de "bien público" es importante conocer dos características fundamentales que tienen los bienes que podemos definir como normales o privados que se intercambian comúnmente en el mercado, éstas son: exclusión y rivalidad.

⇒ *Exclusión:* un bien puede ser excluible si es factible y práctico, y permite de manera selectiva que los individuos lo consuman. Un mal puede ser excluyente si es factible y práctico, y permite selectivamente que los consumidores eviten su consumo.¹⁵

La forma de excluir a una persona del consumo de un bien se refiere a la característica de poder usar los precios para distribuir el bien. Es necesario asegurar que los individuos no consuman un bien a menos que hayan pagado un precio por él; de este modo debe ser posible alejar al consumidor del bien, es decir excluirlo, pero no todos los bienes pueden ser excluyentes. Por ejemplo, la señal de una transmisión de televisión puede ser recibida por quien tenga un aparato televisor, por lo que no es posible determinar de manera selectiva quién podrá recibir la señal.¹⁶

Existen factores que juegan un papel importante en la exclusión de un bien:

- i. El costo de exclusión.

¹⁵ Kolstad. *op. cit.* pp. 90

¹⁶ En el caso de un mal, supongamos que he producido residuos y quiero que alguien se los lleve, es decir, que los "consuma". De acuerdo con el concepto de exclusión, puedo pagarle a alguien para que la almacene por mí y yo me deshaga de ellos, a este acto de consumo se le puede agregar un precio, claro los residuos caseros puede ser excluibles si se aplican las leyes que prohíben tirarlos e invadir los límites de propiedad; pero sin esas leyes no puede ser excluibles.

- ii. La tecnología.
- iii. El ámbito espacial.

Podemos ver un ejemplo que nos permita mostrar estos aspectos. Consideremos algunos campos donde el espacio es abierto para que los animales puedan pastar, pues el costo de cercarlo es muy alto y puede ser excesivo comparado con los beneficios que dejaría la exclusión, para evitar el uso excesivo. Con el tiempo las áreas disponibles para pastar se reducen y el costo de exclusión cambia, ya que la tecnología de exclusión cambia, con el invento del alambre de púas, y el material para cercas se vuelve más barato, esto permite cercar los terrenos de forma barata y permite la exclusión. Algo similar se aplica a la televisión con los programas difundidos vía satélite y por cable. Históricamente ha sido demasiado caro excluir a los consumidores. Sin embargo, con el desarrollo de los codificadores y decodificadores de señal baratos, la exclusión se volvió económicamente factible.

El ámbito espacial también puede ser un factor que determina la exclusión, por ejemplo: la mayoría de los bienes que no pueden ser excluibles se proporcionan localmente: parques de la ciudad, televisión, contaminación del aire. Un consumidor puede quedar descartado por su ubicación espacial, es decir, si puede evitarse que un consumidor viva en una comunidad, entonces vivirá en otra parte y, en efecto, quedará relegado de los bienes locales no excluibles de la comunidad. Sería demasiado caro viajar para consumir dichos bienes.

Los bienes ambientales han sufrido algunas transformaciones en su exclusión durante las últimas décadas, principalmente a través de cambios legales más que tecnológicos. El ejemplo más sencillo es el de los residuos caseros, los cuales no puede ser excluidos sin las prácticas establecidas. Si no hubiera leyes que prohíben tirar residuos (basura), éstos simplemente se acumularían donde se creyera conveniente, como sucedió durante la Edad Media en Europa cuando las personas los arrojaban a la calle por la ventana. Sin embargo, esto actualmente se ha definido como ensuciar o provocar una molestia, y es ilegal en casi todas partes. Como consecuencia, hoy en día los residuos pueden ser excluibles, y las personas pueden intercambiar selectivamente dinero y residuos, lo cual representa la transacción económica entre el recolector de residuos y el ama de casa. Por supuesto, este aspecto legal de la exclusión también se aplica a los bienes normales. Si no hubiera leyes que protegieran la propiedad

y prohibieran el robo, todos los bienes serían propiedad de la comunidad y no sería posible la exclusión.

17

La segunda característica importante de los bienes es la rivalidad, la cual tiene que ver con la forma como se consume un bien.

⇒ *Bien rival*: Un bien (mal) es rival si el consumo de una unidad del bien (mal) de una persona disminuye la cantidad del bien (mal) disponible para el consumo de los demás; es decir, hay un costo social de oportunidad positivo (negativo) para los otros que tiene que ver con el consumo. De lo contrario, un bien (mal) no sería rival.¹⁸

Un ejemplo podría ser comparar el consumo de un litro de leche con el de disfrutar un jardín; en el caso del litro de leche, el acto del consumo destruye el bien y ya nadie más puede consumirlo; en cambio, el acto de disfrutar (consumir) un jardín implica que la luz se refleje en las flores y se transmita a los ojos del beneficiado (consumidor), lo cual no es destructivo para el jardín y, de ninguna manera, disminuye la posibilidad de que alguien más disfrute (consuma) el jardín precisamente de la misma forma, es decir, no disminuye la cantidad existente de ese bien.¹⁹

Otro factor que es importante considerar y que puede cambiar la condición de un bien no rival y transformarlo en rival es "*la congestión*", por ejemplo la circulación por una carretera poco transitada se puede considerar como un bien no rival porque el tránsito por ella no disminuye la capacidad de circular de otros vehículos con la misma comodidad; sin embargo, todos sabemos que una vez que la afluencia vehicular aumente y la carretera comience a congestionarse el bien no rival se convertirá en un bien rival, ya que el aumento de un vehículo más tendrá como consecuencia la disminución del espacio para los demás conductores.

Ahora bien ya podemos decir, que cuando un bien no es excluible y es no rival se considera un "bien público".

En resumen los bienes públicos están caracterizados por dos propiedades:

¹⁷ Kolstad. *op. cit.* pp. 92

¹⁸ *Ibidem.* pp. 93

¹⁹ Los residuos (caseros) puede ser un ejemplo de un mal rival. Cuando yo "consumo" una bolsa de residuos, estoy asumiendo el control de los mismos, quizás almacenándolos en mi patio, por lo que ya no está disponible para que otros los consuman.

- i. Si el bien se ofrece a una persona cualquiera, se ofrece a todas las demás, ésta es la llamada *propiedad de no exclusión*.
- ii. Si una persona consume el bien público en cuestión, no impide por ello que otra también lo consuma, ésta es la llamada *propiedad de la no rivalidad en el consumo*²⁰

Entonces como ya mencionamos un bien cualquiera que tiene estas dos propiedades, se dice que es un bien público. En estas condiciones, los incentivos que una persona pudiera tener para pagar por garantizarse el acceso al mismo, son más bien escasos: sabe que si ella paga, todos los demás se van a beneficiar igualmente y que si otro lo hace, nadie podrá impedirle su disfrute²¹.

Por eso estos bienes no pueden racionarse, como los privados a través de los precios, y tienen que proporcionarse libremente. Que sean públicos no quiere decir que sean gratuitos, quiere decir que no puede cobrarse directamente por su consumo, pero tienen un costo de producción equivalente al de cualquier bien privado, y tendrán que pagarse indirectamente, a través de los impuestos o de cualquier otra forma. Que sean públicos tampoco quiere decir que tengan que ser producidos por el sector público: de hecho muchos de ellos son producidos por el sector privado (programas de radio y televisión). Lo que sí es cierto es que quien los produce genera un valor, pero no se ve directamente recompensado por ello a través del ingreso.²²

Ahora pasaremos a la definición del segundo concepto importante el de externalidades.

Las externalidades

Baumol y Oates (1982) consideran dos condiciones para que exista una externalidad:

- i. Existe una externalidad siempre que las relaciones de utilidad o producción de algún individuo incluyan variables reales, es decir monetarias, cuyos valores son elegidos por otros sin atención particular a los efectos sobre el bienestar del individuo.

²⁰ Azqueta Oyarzun, Diego. *Introducción a la economía ambiental*. España. Ed. McGraw Hill. 2002. pp 35-36.

²¹ En el caso en que de alguna forma el consumidor pague por el bien público, habría muchos otros que sabiendo que aunque no paguen por el bien tendrán el disfrute del mismo, usaran este camino, en este caso se presenta el fenómeno conocido como "polizón"

²² Azqueta Oyarzun, Diego. *op. cit.* pp.36

- ii. El agente cuya actividad afecta los niveles de utilidad de otro o entra en sus funciones de producción, no recibe paga en compensación por su actividad una cantidad igual en valor a los beneficios o costos ocasionados.

Kolstad (2001) nos dice: existe una externalidad cuando las elecciones de consumo o producción de una persona o empresa entran en la función de utilidad o producción de otra entidad, sin el permiso o la compensación de esa entidad.

Azqueta (2002), las externalidades aparecen cuando el comportamiento de un agente cualquiera, consumidor o empresa, afecta al bienestar de otro en su función de producción, o su producción de utilidad, sin que este último haya elegido esa modificación, y sin que exista un precio, o una contraparte monetaria, que lo compense.

Es importante mencionar que existen externalidades negativas y externalidades positivas. Una externalidad negativa ocurre cuando las acciones de una persona o empresa afectan a otra entidad sin su autorización. El ejemplo clásico es el de Baumol y Oates (1982), donde existe una lavandería que está ubicada junto a una planta de producción de laminas de acero, ésta aumenta los costos de la lavandería debido a toda la suciedad y humo que genera la fabricación del acero y no le paga absolutamente nada a la lavandería por el daño que le genera. También se puede decir que existen externalidades positivas, un ejemplo sería, el caso donde el propietario de una huerta de manzanas proporciona una externalidad positiva a un productor de miel vecino y, a su vez, el productor de miel proporciona un beneficio a la huerta, en términos de la polinización que sus abejas hacen a las manzanas en flor.

Es importante excluir del concepto de externalidades las acciones entre dos agentes que están de acuerdo y por las que se recibe un pago, también excluimos el daño intencional que se le causa a otro (por ejemplo, un asalto o un asesinato), o un bien intencional hacia otro (el altruismo).

La noción de externalidad surgió debido a su atractivo intuitivo, es decir, yo hago algo en mi propio beneficio sin tomar en cuenta que mi acción también afecta a los demás. La mayor parte de las externalidades pueden considerarse bienes o males no excluibles producidos por un agente y consumidos por uno o más agentes.

Lo anterior se observa en el hecho de que el productor escoge cuánto tendrá que producir basado en sus propios cálculos. El consumidor no tiene opciones, ya que el bien o el mal es no excluible. Al respecto, la contaminación ambiental encaja en esta situación, así como el ruido e incluso externalidades positivas, tales como el conocimiento. Cuando la acerería produce humo, no lo hace para afectar intencionalmente a la lavandería, sino más bien porque el humo no es excluible. Cuando decido disfrutar mi estéreo a todo volumen, los demás también lo escuchan porque el sonido no es excluible, yo soy el productor de un ruido no excluible y los demás son los consumidores. Antes de que existieran las leyes que prohíben tirar residuos caseros, la producción de residuos era una externalidad porque sencillamente se tiraban en el patio del vecino o en áreas comunes. Ahora, con las leyes que vuelven excluible los residuos, desaparece esa externalidad porque los residuos ya no entran sin autorización en su función de utilidad²³. Otro ejemplo de externalidad sería el mal manejo de los residuos sólidos que genera malos olores, daño al paisaje, daño a la salud, entre otros, para las personas que habitan en los alrededores.

Finalmente podemos decir que una de las contribuciones más importantes de la economía ambiental a la economía en general ha sido en el área de la medición de bienes que no provee el mercado.

1.4 Instrumentos regulatorios y económicos aplicados en el control y manejo de los residuos sólidos municipales.

Como parte del control ambiental, la gestión de residuos se desarrolla utilizando una gama de instrumentos de diferentes enfoques y características. En general, éstos van desde los impositivos hasta de tipo normativo o reglamentario, que apuntan a la orientación de comportamientos, vía incentivos o desincentivos, y los que se basan en la racionalidad económica.

En este sentido se han establecido los conceptos de instrumentos regulatorios (o de orden y control) e instrumentos económicos, presentándolos como enfoques alternativos. Sin embargo, como menciona la Comisión Económica para América Latina (CEPAL,1997), en la práctica hay diversos instrumentos que son propiamente regulatorios, y que tienen al mismo tiempo un carácter económico tales como las *multas* y los *sellos verdes*, que tienen un carácter de *incentivos*, pero fundamentalmente son no-económicos.

²³ Kolstad. *op. cit.* pp. 108-109.

Considerando estas observaciones pasemos al estudio de los diferentes instrumentos aplicados al control y manejo de los RSM.

1.4.1 Instrumentos regulatorios.

Los instrumentos de regulación o instrumentos de orden y control se han utilizado con mucha frecuencia en las políticas ambientales adoptadas por los Estados. Se trata fundamentalmente de herramientas sociales para regular el deterioro ambiental provocado por diversos agentes.

El orden y control especifica plazos para la aplicación de normas, procedimientos de permisos e imposición para instalaciones, asignando responsabilidades y sanciones por incumplimiento. Sin embargo, estos instrumentos han sido criticados por ser económicamente ineficaces y difíciles de cumplir.

Al respecto, hay diversas formas de definir los instrumentos. El Banco Mundial (BM) y la CEPAL coinciden con los criterios que presenta el autor Herrera (1994) respecto a los instrumentos regulatorios que se pueden aplicar a los residuos sólidos:

- i. **Normas.** Las normas de calidad ambiental son los instrumentos predominantes de regulación directa que sirven para definir la carga aceptable de residuos o emisiones, a partir de la cual el medio se considera contaminado. Las normas también se aplican a todos los aspectos del manejo de los residuos sólidos (desde el almacenamiento en las fuentes hasta la disposición final), estos incluyen normas técnicas y operacionales, así como para la reducción de residuos y reciclaje.
- ii. **Permisos y licencias.** Son herramientas importantes para asegurar el cumplimiento de las normas mediante autorizaciones para controlar el manejo y la disposición de los residuos. Se pueden emitir permisos y licencias para las instalaciones de residuos sólidos aprobadas, que garantice prácticas seguras de operación.
- iii. **Planes para residuos sólidos.** En este caso se solicita a los responsables del manejo de residuos sólidos la elaboración de planes para la administración, tratamiento, reutilización, reciclaje, disposición o eliminación de residuos domésticos, comerciales e industriales que se generan en sus

áreas de influencia y en su caso que se revisen o modifiquen cuando sea necesario. Los planes deben indicar cómo, dónde y por quién serán manejados los residuos.

Una vez conocidos los instrumentos regulatorios que se pueden aplicar al problema de los residuos sólidos presentaremos los instrumentos económicos que también se proponen como una alternativa para disminuir el problema de los RSM.

1.4.2 Instrumentos económicos.

Las deficiencias de los instrumentos de regulación directa han hecho que las autoridades opten por los de regulación indirecta o económicos para el desarrollo de la política ambiental. Estos teóricamente, tienen la capacidad de controlar la contaminación de acuerdo a los mecanismos del mercado y por lo tanto, facilitan la falta de regulación y la reducción de la participación del gobierno.

Un instrumento económico es aquél que induce un cambio en la conducta de los agentes económicos mediante la internalización de los costos del deterioro del entorno, a través de la estructura de incentivos que enfrentan esos agentes. La selección de los instrumentos depende de los objetivos y las circunstancias del problema que se desea resolver. En todo caso se encuentran infinidad de instrumentos económicos, desde un enfoque de mínima intervención y creación de derechos de propiedad y de mercados, hasta un enfoque que enfatice el uso de medidas legales como la responsabilidad y los bonos (Aroche Fidel, 2003).

En lo que se refiere al problema de los residuos sólidos se han planteado un conjunto de instrumentos económicos que se podrían utilizar, como veremos más adelante, pero es importante mencionar que la CEPAL (CEPAL-GTZ, 1997), considera que la aplicación de cualquiera de ellos debe cumplir los siguientes requisitos:

- Utilizar las fuerzas del mercado para inducir comportamientos en lugar de ordenar para luego controlar.
- Crear mercados en donde las fallas del sistema no permiten intercambios.
- Asignar precios a recursos o procesos que no los tienen; o los tienen en forma parcial o distorsionada (como es el caso de los residuos sólidos).

- Establecer derechos de propiedad (públicos o privados), sobre bienes libres o sobre los cuales no se reivindica propiedad.
- Buscar coherencia entre las políticas económicas y las políticas ambientales.
- Ser eficientes desde el punto de vista de su gestión.
- Mayor aceptabilidad social, particularmente entre los sectores productivos.

Una vez mencionadas las características que deben cumplir los instrumentos económicos, veamos cuáles se pueden aplicar al problema de los residuos sólidos.

- Derechos de propiedad:*** establecen la plena propiedad del generador de residuos sólidos sobre sus residuos, que tendría como efecto: la responsabilidad del generador, el principio del que contamina-paga; fomentando al mismo tiempo la minimización y valoración económica del desecho. También se pueden establecer derechos de uso restringido sobre ciertos bienes públicos que permitirían la disposición adecuada de residuo sólidos y el control público.
- Creación de mercados:*** la creación de mercados puede resultar en un instrumento eficiente para proteger los recursos naturales y el medio ambiente, utilizando permisos de uso transables de bienes públicos con uso restringido. Por ejemplo los usuarios del medio ambiente adquieren o se les asigna un permiso de emisión que pueden vender, en su totalidad o en parte, en la medida en que demuestren que han reducido la emisión de contaminantes a la atmósfera. De este modo, una innovación tecnológica que reduce la emisión de contaminantes, tiene incentivos adicionales al incremento de la productividad. Las empresas que no pueden disminuir sus emisiones en el corto plazo, adquieren los permisos de emisión adicionales de los productores que logran reducir aquéllas, es decir, compran permisos de emisión a aquéllos agentes capaces de reducir sus emisiones a costos menores. De tal forma se logra reducir las emisiones al menor costo para la sociedad. En el caso de los residuos sólidos orgánicos, cuando éstos se depositan en el suelo y se descomponen emiten contaminantes gaseosos a la atmósfera, como son el gas metano y el bióxido de carbono, constituyendo gases de efecto invernadero que contribuyen al calentamiento global del planeta, por lo tanto su control puede entrar al mercado de permisos de emisiones de venta de bonos de carbono.

Además, el gobierno puede retirar permisos del mercado para acelerar el cambio técnico o reducir el nivel de producción de las industrias contaminantes.

- c. ***Instrumentos fiscales***²⁴: en estos instrumentos comúnmente el gobierno participa en su implementación y en teoría tratan de disminuir la brecha entre los costos/beneficios privados y sociales. Se utilizarían los impuestos a la generación de residuos por cantidad y por tipo, también se pueden aplicar impuestos al uso del suelo para disposición de residuos o también estímulos fiscales por la utilización de tecnologías limpias o menos contaminantes.
- d. ***Sistemas de tarifas***: se refiere a cuotas que se cobran a los productores de residuos y se pueden aplicar a la recolección, disposición y por contaminación.
- e. ***Instrumentos financieros***: son instrumentos encargados de la creación de fondos ambientales que faciliten el proceso crediticio hacia proyectos o actividades relacionadas a la protección ambiental, en lo referente a los residuos sólidos se pueden aplicar para mejoramiento tecnológico, para fomento del reciclaje y para transporte y disposición adecuada.
- f. ***Sistemas de responsabilidad***: Estos instrumentos tienen como objetivo inducir comportamientos socialmente responsables estableciendo que, quienes usan o comercian determinados productos tienen la responsabilidad legal sobre los daños al medio ambiente, a los recursos, a la vida humana, a la propiedad privada y al incumplimiento de la normatividad. Se pueden generar sistemas de responsabilidad por daños a recursos naturales, seguros de responsabilidad e incentivos al cumplimiento de normas.
- g. ***Sistemas de bonos y depósito-reembolso***: instrumento dirigido a los agentes económicos que participan en el mercado, que producen o reciben directamente los daños ambientales (empresas y consumidores). Estos pueden ser bonos de cumplimiento de normas y sistemas de depósito-reembolso.

²⁴ Los instrumentos fiscales se definen como impuestos y subsidios pero se ha comprobado que los subsidios no son muy recomendables como instrumento económico, ya que los subsidios pueden inducir el incremento de la producción en el largo plazo, incrementándose también el daño ambiental que puede empeorar el problema.

De lo anterior, observamos que existe una gran variedad de instrumentos de regulación directa e indirecta, que podrían ayudar a resolver o disminuir el problema de los residuos sólidos; sin embargo, el grado de utilización que existe en nuestro país y el tipo de instrumentos que se aplican lo estudiaremos más adelante.

1.5 Efectos en la salud y en el medio ambiente causados por los residuos sólidos

1.5.1 Impactos ambientales asociados con los residuos sólidos

Los problemas del manejo inadecuado de los residuos sólidos están relacionados con la contaminación del medio ambiente en dos formas: la primera de ellas incide de forma indirecta, que se refiere a los daños ambientales que se provocan con la generación, manejo y disposición final de los residuos sólidos; la segunda incide de forma directa, que es cuando los residuos entran en contacto directo con el medio ambiente.

A continuación presentaremos cada una de las etapas en que se divide el manejo de los residuos sólidos y los efectos que genera en el medio ambiente cada una de ellas.

La generación se refiere a los materiales que se convertirán en residuos, y tiene efectos directos sobre el ambiente, dado que ciertos productos usados comúnmente en el hogar al convertirse en residuos son depositados en los rellenos sanitarios y pueden contener químicos peligrosos, según Friends of the Earth (1996), algunos de ellos se encuentran en:

- Detergentes para lavar ropa, quitamanchas, y otros productos que contienen solventes pueden poseer: tricloroetileno, benceno, tolueno y cloruro de metileno.
- El esmalte para uñas puede contener: xileno, dibutilftalato y tolueno
- Los plásticos usados normalmente pueden contener: cloruro de vinilo, polietileno, formaldehído y tolueno.
- Los aerosoles que se emplean como difusores de todo tipo de productos generan dos impactos dañinos: el riesgo de explosión por presión, perforación o calor; y la destrucción de la capa de ozono a causa de los gases propulsores. Es verdad que los Clorofluorocarbonos (CFCs), que habitualmente contenían estos aerosoles se están sustituyendo por otros gases, pero estos sustitutos o bien son más inflamables y explosivos, como el butano o el propano, también dañan aunque en menor medida la capa de Ozono.

También pueden encontrarse metales pesados en los residuos urbanos, por ejemplo:

- Los productos electrónicos como TV y radios, el vidrio, las cerámicas, los plásticos, los materiales de bronce y los aceites usados pueden contener plomo.
- Las baterías de níquel-cadmio, los plásticos, los productos electrónicos, el lavavajillas, el lavarropas, los pigmentos, el vidrio, las cerámicas, los aceites usados y el caucho contienen cadmio
- Las baterías, las lámparas fluorescentes, los restos de pinturas, los termómetros, los pigmentos de tintas y los plásticos pueden contener mercurio²⁵.

Es claro que la gran cantidad de residuos que son generados y los compuestos químicos que contienen los convierten en una fuente de daño ambiental inmediata, sin mencionar que la combinación de los mismos puede generar compuestos químicos más agresivos al medio ambiente. Los efectos que tienen estos contaminantes en los seres vivos los exponemos en el siguiente apartado.

La siguiente etapa del manejo de los residuos sólidos la encontramos en el **almacenamiento**. Un almacenamiento insuficiente o inadecuado puede afectar al ambiente y la salud de la población. Se pueden provocar desbordes de residuos con un impacto negativo directo sobre el ambiente, en especial en la generación de fauna nociva y posibles patógenos, e indirecto por la necesidad de retirar los residuos con mayor frecuencia que la considerada en el programa de recolección y, por lo tanto, se fomenta la disposición inadecuada a cielo abierto en cualquier espacio factible.

Otra fase es la correspondiente a la **recolección y transporte** de los residuos. Una recolección deficiente, tanto en frecuencia como en infraestructura, provoca efectos en el ambiente. La recolección inoportuna obliga a los usuarios a deshacerse de sus residuos de forma inadecuada. La infraestructura deficiente puede provocar disminución en la capacidad de recolección y, por lo tanto, en la frecuencia de ésta. También es importante mencionar que existe un efecto ambiental indirecto asociado con los residuos, la emisión de contaminantes a la atmósfera por los vehículos de recolección y transporte. Por lo general, los vehículos por falta de inversión para su renovación y mantenimiento, presenta condiciones de obsolescencia y mal estado mecánico, como ejemplo podemos mencionar el parque vehicular del D.F. que según el Anuario Estadístico del Distrito Federal (1999), en 1998 contaba con 2,011 vehículos recolectores de los cuales más del 50% tenían cubierto su período de vida útil. Es importante mencionar que los trabajadores expuestos al manejo de los residuos (durante la recepción y

²⁵ Un dato que puede resultar interesante se refiere al alto potencial contaminante que tienen la mayoría de las pilas-botón, debido al mercurio y otros metales pesados que contienen, ya que una sola de estas pilas puede llegar a contaminar hasta 600,000 litros de agua.

clasificación que se hace directamente en los camiones), sin ninguna protección pueden presentar efectos graves en su salud.

En lo que se refiere a la etapa de **transferencia**, el transbordo de residuos sólidos de vehículos de recolección a unidades de transferencia de mayor capacidad puede provocar el desprendimiento de residuos líquidos; lixiviación y malos olores, fauna nociva y dispersión de partículas que afectan negativamente el ambiente y la salud de los propios trabajadores y vecinos si no se cuenta con infraestructura adecuada para su control. También las estaciones de transferencia pueden provocar efectos ambientales indirectos asociados con los residuos, generación de ruido, vibraciones, incremento de tránsito de vehículos en la zona, y algunas actividades requeridas por los operarios de la propia estación y los vehículos de recolección y transporte.

El **tratamiento o clasificación** es otra de las fases de los residuos, la cual se realiza en plantas de separación y bajo esquemas de pepena, donde se recuperan materiales como cartón, metales, plásticos y otros. En la actualidad el proceso de recuperación de materiales en estas plantas es muy pequeño. Cuando la pepena se realiza en los sitios de disposición final, es decir en los tiraderos o rellenos sanitarios, que no cumplen con todos los requisitos apropiados para su buen funcionamiento, provocan efectos ambientales negativos debido a la alteración de actividades en sitios de disposición final, y un peligro potencial asociado con el manejo directo de residuos que pueden originar problemas de salud en los pepenadores.

La fase de **disposición final**, la última y la de mayores efectos ambientales que aún con la aplicación de técnicas adecuadas de operación e infraestructura en buenas condiciones, requerirá varios años para que los residuos sean degradados y asimilados por el entorno ambiental. La alta concentración de materiales de desecho puede provocar la migración de contaminantes con los consecuentes impactos ambientales. Los efectos directos en el medio ambiente por la mala disposición final de los residuos sólidos se pueden presentar en diferentes formas de las cuales mencionaremos las más relevantes.

1ª. En los **Recursos hídricos superficiales**, donde los efectos ambientales más serios provocados por el manejo inadecuado de los residuos sólidos es la contaminación de las aguas superficiales y que, muchas veces, son fuentes de abastecimiento de agua potable; las formas de contaminación son principalmente el depósito de residuos líquidos o sólidos intencionalmente o por su acarreo debido al viento o las lluvias sobre las aguas superficiales que al acumularse producen aspecto desagradable y daños al ecosistema (flora y fauna) que pronto se refleja en las condiciones del lugar.

- 2^a. Los recursos hídricos subterráneos, que se contaminan debido al escurrimiento de lixiviados que generan los residuos sólidos orgánicos cuando se disponen en lugares en que existen acuíferos a bajas profundidades y no se cuenta con las condiciones adecuadas para su confinamiento y control.
- 3^a. Las costas, donde la disposición de residuos sólidos en las orillas del mar causa problemas de deterioro ambiental en las costas, playas, y del paisaje natural, así como de la flora y fauna marina. Problemas de este tipo se han presentado en Brasil, México, Colombia y otros países.
- 4^a. La atmósfera, dado que los residuos orgánicos al descomponerse producen gas metano cuando éstos se depositan en el suelo mezclados con materiales combustibles pueden hacer que prenda fácilmente, representando un riesgo de incendio. En los tiraderos a cielo abierto que no cuentan con un control adecuado se producen malos olores, así como frecuentes incendios provocados o espontáneos, con las consecuentes condiciones antihigiénicas y de proliferación de fauna nociva, una evidente contaminación atmosférica por la generación de humos, gases y partículas en suspensión compuestas por una gran cantidad de tóxicos que son arrastrados por los vientos²⁶.
- 5^a. El *impacto sobre el paisaje*, el manejo inadecuado en todas sus etapas y la mala disposición de residuos sólidos afectan significativamente las características del paisaje. Se menciona que un relleno sanitario bien construido, una vez concluido, puede llegar a tener un impacto positivo sobre el ambiente por la recuperación de terrenos y mejora del paisaje, pero se considera que esto no es una garantía, ya que el clausurar un relleno sanitario no quiere decir que los residuos depositados ahí ya no representen ningún riesgo de afectación.
- 6^a. Los impactos ambientales sobre los suelos, del cual se hace un uso inapropiado y se vierten los residuos sobre depresiones naturales del terreno, muchas de ellas formadas por antiguos causes de ríos o por procesos de erosión, siendo la practica adoptada en general por muchas delegaciones y municipios, pero que en la actualidad está teniendo que modificarse, debido a la aplicación de la norma NOM-083-ECE-1996; actualizada mediante PROY-NOM-083-SEMARNAT-2003 , que establece las especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y

²⁶ Para conocer un poco más sobre los efectos ambientales provocados por la incineración de residuos, se puede consultar el Anexo 21, correspondiente a los mismos, vale la pena aclarar que se refiere a un estudio realizado para plantas de incineración de residuos sólidos en el que se muestran claramente los daños provocados en la salud y en el medio ambiente con este sistema, imaginemos que los efectos pueden ser importantes si consideramos que un incendio en un tiradero no cuenta con ningún mecanismo de filtración y todas las partículas tóxicas son lanzadas al medio ambiente, también hay que mencionar que muchas personas aun hoy día tienen el hábito de amontonar la basura y prenderle fuego sin saber la cantidad de contaminantes que lanzan al medio ambiente.

obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos municipales. En donde además de proteger el suelo, se pretende el control de la generación de contaminantes a la atmósfera y a los recursos acuáticos.

Ahora bien, una vez analizados los efectos que pueden generar los residuos sólidos en el ambiente pasaremos al estudio de los efectos en la salud asociados con el inadecuado manejo y disposición de los residuos sólidos.

1.5.2 Efectos en la salud asociados con el manejo de los residuos sólidos.

Lo primero que tenemos que definir en el estudio de los efectos que tienen los residuos sólidos en la salud son las poblaciones que se encuentran expuestas a sus efectos. Una de las dificultades para definir a las poblaciones expuestas a los efectos directos o indirectos del manejo inadecuado de residuos sólidos municipales, es el hecho de que los sistemas de información de salud no disponen de datos epidemiológicos suficientes y confiables. A pesar de ello, algunas poblaciones o grupos en riesgo pueden ser identificados como candidatos a ser afectados en cuanto a la reducción de su calidad de vida y diversos padecimientos de salud.

Primeramente y en forma directa los trabajadores formales o informales involucrados en el manejo, transporte y disposición final de los residuos sólidos, constituyen la principal población expuesta, con posible transmisión directa de las enfermedades contraídas a sus familiares.

Las poblaciones más expuestas son aquellas que se encuentran en asentamientos pobres de áreas marginales, que no disponen de recolección domiciliaria regular y los residuos producidos son lanzados al entorno, lo que genera un ambiente deteriorado con presencia malos olores y fauna nociva incluyendo animales que se alimentan de los desperdicios y son transmisores de enfermedades como veremos más adelante. Otro grupo expuesto a los daños en la salud, ocasionados por los residuos sólidos municipales, son las familias que viven en los alrededores de los sitios de tratamiento y disposición final de residuos.

En lo que se refiere a la población en general, se puede decir que los impactos de los residuos sólidos en el ambiente se pueden extender a la población a través del viento que transporta sustancias tóxicas, de la fauna nociva que se origina, la contaminación de los cuerpos de agua superficiales y subterráneos, y por el consumo de carne de animales criados en basureros que pueden transmitir enfermedades a las personas.

Se ha mencionado a lo largo de este apartado que el mal manejo y la disposición inadecuada de los residuos sólidos generan daños a la salud, principalmente porque se presenta el fenómeno de la reproducción de fauna nociva como: moscas, cucarachas, piojos, pulgas y roedores, que son portadores de microorganismos causantes de enfermedades que pueden transmitirse no sólo a través de las partes externas de los animales sino también a través del vómito, heces o fluidos de los mismos. Estos agentes incluyen a todos los grupos patógenos; virus, bacterias, hongos y parásitos que pueden afectar a los individuos. Entre las enfermedades que pueden transmitir se encuentran: la disentería, diarrea, rabia, amibiasis, cólera, fiebre tifoidea, salmonelosis, paludismo y cisticercosis, sólo por mencionar algunas, pero como se muestra en el siguiente cuadro existen muchas más.

Cuadro 2

Enfermedades relacionadas con residuos sólidos Municipales transmitidas por animales

<i>Fauna nociva</i>	Forma de transmisión	Principales enfermedades
Ratas	A través de mordisco, orina y heces A través de pulgas que viven en el cuerpo de la rata	Disentería, enfermedades diarreicas, fiebre de harverhi, leptospirosis Peste bubónica, rabia, rickettsiosis vesiculosa, tifus murino
Moscas	Por vía mecánica (a través de las alas, patas y cuerpo) A través de las heces y saliva	Amebiasis, cólera, disentería, fiebre TIFOIDEA, disentería, Diarrea infantil, giardiasis, salmonelosis, shigelosis
Mosquitos	A través de picazón del mosquito hembra	Dengue, fiebre amarilla, filariasis, leishmaniasis, malaria, paludismo, tripanosomiasis
Cucarachas	Por vía mecánica (a través de alas, patas y cuerpo) y por la heces	Cólera, disentería, fiebre tifoidea, gastroenteritis, giardiasis, intoxicación alimentaria, lepra
Cerdos	Por ingestión de carne contaminada	Cisticercosis, toxoplasmosis, triquinosis, teniasis
Aves	A través de las heces	Toxoplasmosis

Fuentes: OPS/OMS, "Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe" BID; Washington D.C. 1997; OPS/OMS, "Análisis sectorial de residuos sólidos en México 1996"

También mencionamos que los productos usados comúnmente en el hogar, que después se convierten en residuos, pueden contener químicos peligrosos como: tricloroetileno, benceno, tolueno, cloruro de metileno, xileno, dibutilftalato, tolueno, etc., que al ser depositados en los rellenos sanitarios, tiraderos a cielo abierto o barrancas, afectan la salud de los seres vivos. De acuerdo con Friends of the Earth (1996), se ha comprobado que algunos de los compuestos orgánicos pueden generar cáncer, mutaciones, daños en el producto de mujeres embarazadas, daños en el sistema nervioso, hígado, riñones, ojos, piel, sistema inmunológico, gastrointestinal, etc. En el Cuadro 3, se puede ver con más detalle algunos de los compuestos químicos que

podemos encontrar en los residuos sólidos y que se clasifican en orgánicos y metálicos y sus efectos en la salud.

Como se puede apreciar los daños en la salud son muy claros y algunos de ellos no se manifiestan en el corto plazo, en algunos casos los efectos se presentan después de varios años de exposición a las diversas sustancias tóxicas que terminan manifestándose en enfermedades graves como son el cáncer, hígado, riñones etc, inclusive también los animales presentan alteraciones en su salud.

Cuadro 3
Compuestos químicos que se encuentran en los residuos y sus efectos en la salud

Compuestos Orgánicos	Efectos en la Salud
Benceno	Cancerígeno, mutagénico ²⁷ , posible teratogénico ²⁸ ; efectos sobre el sistema nervioso central y periférico; efectos sobre el sistema inmunológico y gastrointestinal; desórdenes en las células de la sangre; alergias; irritaciones en los ojos y la piel.
Cloroformo	Probable cancerígeno y teratogénico; efectos sobre el sistema nervioso central y efectos gastrointestinales; daños en el hígado y el riñón; embriotóxico; irritaciones en los ojos y la piel.
1.1-dicloroetano	Embriotóxico; efectos sobre el sistema nervioso central, hígado y riñones.
Etilbenceno	Efectos sobre el sistema nervioso central; daños en los riñones y el hígado; irritaciones en el sistema respiratorio, en los ojos y la piel.
Cloruro de metileno	Posible cancerígeno; efectos sobre el sistema nervioso central, pulmones / sistema respiratorio y sistema cardiovascular; desórdenes en la sangre; irritaciones en la piel y los ojos.
Tetracloroetileno	Probable cancerígeno; efectos sobre el sistema nervioso central, pulmones / sistema respiratorio; embriotóxico; daños en los riñones e hígado; irritaciones al sistema respiratorio y los ojos.
Tolueno	Posible mutagénico y cancerígeno; efectos sobre el sistema nervioso central y sistema cardiovascular; daños en los riñones y el hígado; irritaciones al sistema respiratorio, la piel y los ojos; alergias.
Tricloroetileno	Posible cancerígeno y teratogénico; efectos en el sistema nervioso central, riñones e hígado, sistema cardiovascular, pulmones / sistema respiratorio; desórdenes en las células de la sangre; irritaciones en el sistema respiratorio, la piel y los ojos; alergias.
1.1.1 -tricloroetileno	Cancerígeno; mutagénico; efectos en el sistema nervioso central, pulmones / sistema respiratorio; daños en el hígado y el riñón; irritación en ojos y piel.
Cloruro de vinilo	Cancerígeno; mutagénico; posible teratogénico; efectos en el sistema nervioso central; daños en el hígado y el riñón; irritación en ojos y piel; desórdenes en las células de la sangre.
Xileno	Efectos en el sistema nervioso central, sistema cardiovascular; daños en el hígado y el riñón; irritación en ojos y sistema respiratorio
Metálicos	
Arsénico	Cancerígeno; potencialmente teratogénico; efectos sobre los sistemas cardiovascular, nervioso periférico, reproductivo y pulmones / respiratorio; daños en el hígado y el riñón.

Continúa...

²⁷ Mutagénico: capaz de producir mutaciones, alteraciones del ADN.

²⁸ Teratogénico: Que produce malformaciones en el embrión o feto.

Cuadro 3
Compuestos químicos que se encuentran en los residuos y sus efectos en la salud

Compuestos Orgánicos	Efectos en la Salud
Cadmio	Probable cancerígeno y teratogénico; embriotóxico; efectos en el sistema nervioso central, sistema reproductivo y sistema respiratorio / pulmones; daños en el riñón.
Cromo	Cancerígeno; probable mutagénico; efectos sobre el sistema pulmonar / respiratorio; alergias, irritación en los ojos.
Plomo	Probable teratogénico; daños en el riñón y el cerebro; efectos sobre el sistema nervioso central y reproductivo; desórdenes en las células de la sangre.
Mercurio	Teratogénico; efectos sobre el sistema nervioso central, cardiovascular y pulmonar / respiratorio; daños en riñón y la vista.
Níquel	Probable cancerígeno; probable teratogénico; efectos sobre el sistema pulmonar / respiratorio; alergias; irritación en el ojo y la piel; daños en el hígado y el riñón.

Fuente: Friends of the Earth, "Citizen's Guide to Municipal Landfills". 1996.

Adaptado de Greenpeace Argentina. "Resumen de los impactos ambientales y sobre la salud de los rellenos sanitarios". Mayo 2004. Segunda Revisión: Julio 2004. Campaña Contra las Sustancias Tóxicas.

Como hemos podido apreciar, el gran problema de los residuos sólidos es definir que se puede hacer con ellos al ser concentrados por los diferentes mecanismos de recolección también se ha mencionado que, en muchos países se han aplicado mecanismos como el reciclaje, la incineración y la disposición en rellenos sanitarios. En nuestro país y, específicamente, en el Distrito Federal, el sistema que predomina es el de disponer los residuos en los rellenos sanitarios y, gran parte de ellos, se disponen a cielo abierto en tiraderos clandestinos como barrancas y otros sitios. A continuación presentaremos un análisis de los daños en la salud que puede ocasionar la disposición de residuos en rellenos sanitarios y tiraderos a cielo abierto.

Vale la pena mencionar que la incineración controlada o en plantas especiales no es un proceso que sea usado en el D.F., puede ser una alternativa para un futuro próximo por la importancia que se está dando a nivel internacional al aprovechamiento energético de los residuos; el cual implica un análisis detallado para ser adaptada, no sin antes considerar que hay personas que piensan que las cosas desaparecen cuando se queman. En realidad, la materia no se puede destruir, únicamente se transforma²⁹, si consideramos que las incineradoras se alimentan con residuos que contienen sustancias tóxicas y peligrosas, como metales pesados y compuestos organoclorados³⁰. Los metales pesados presentes en los residuos sólidos al ser quemados se emiten en los gases que salen por la chimenea de la incineradora en forma de partículas muy finas. También se encuentran en las cenizas.

La incineración de residuos, como el plástico que contiene policloruro de vinilo (PVC) conduce a la formación

²⁹ Recordemos, esta afirmación se refiere a la primera ley de la Termodinámica.

³⁰ Clase de biocidas caracterizados por la presencia de radicales clorados con un grupo orgánico. Son de difícil degradación, uno de los organoclorados más conocidos es el DDT.

de sustancias tóxicas, como las dioxinas, que se liberan en los gases de las chimeneas, cenizas y otros residuos. La mayoría de estas dioxinas son persistentes, es decir, resistentes a la degradación en el medio ambiente; bioacumulativas que se acumulan en los tejidos de organismos vivos; y tóxicas. Estas propiedades las convierte en los contaminantes más problemáticos a los que jamás se ha expuesto un sistema natural. Algunas de ellas son cancerígenas y pueden alterar el sistema hormonal. Otras como el dióxido de azufre (SO₂) y el dióxido de nitrógeno (NO₂), así como las partículas finas, se han asociado con trastornos del sistema respiratorio. En general, la incineración no resuelve el problema de los residuos sólidos únicamente los transforma y en algunos casos pueden resultar más tóxicos³¹. Sin embargo se menciona que el avance en la tecnología, permite el control o eliminación de los contaminantes que se producen por la incineración de residuos sólidos municipales a niveles aceptables o seguros.

1.5.3 Características de los rellenos sanitarios

Un relleno sanitario normalmente se instala en un sitio con una depresión en el terreno que se cubre por una membrana impermeable inferior; con un sistema de recolección y tratamiento de líquidos lixiviados, un sistema de recolección y eliminación o aprovechamiento de biogás con una cubierta vegetal. No necesariamente todos estos elementos están presentes en todos los rellenos sanitarios, pero así se constituyen conforme a la legislación correspondiente.

La membrana inferior generalmente esta constituida por polietileno de alta densidad (PEAD) o de materiales naturales (NOM – 083). Los residuos se depositan en celdas que se cubren diariamente con material del mismo suelo y puede también contener una o más capas de arcilla. El sistema de recolección de líquidos consiste en drenajes emplazados en el fondo del relleno. El líquido ingresa por gravedad a drenajes debido a la inclinación del terreno y son dirigidos hacia la planta de tratamiento de líquidos.

La cubierta es una capa de impermeable que procura frenar la entrada de agua, y así evitar la formación de mayor cantidad de lixiviados. Esta última está formada generalmente por una membrana plástica o una capa arcillosa, cubierta por una capa de arena o suelo impermeable, tapada a su vez por una capa de tierra fértil. Existe un conjunto de tubos con perforaciones alrededor que se colocan en el relleno para permitir el venteo de biogás que conforme al PROY-NOM-083-SEMARNAT-2003, debe ser captado y controlado mediante su aprovechamiento o quema.

³¹ Para mayor información de los daños ocasionados por las incineradoras de residuos sólidos ver Anexo 21 "La incineración de residuos sólidos, una alternativa controvertida en la solución del problema de los residuos sólidos.

Bajo estas condiciones se considera que los residuos y la contaminación que podrían generar quedan controlados, pero analizando las cosas se puede decir que en los residuos urbanos, como ya lo mencionamos, existen ciertos materiales usados comúnmente que son depositados en los rellenos sanitarios y que pueden contener químicos peligrosos, no tan solo de uso doméstico, sino de actividades comerciales, de servicios e industriales que no fueron separados. Por lo que debe tenerse mucho cuidado en su separación para prevenir posibles reacciones químicas que generen problemas mayores.

1.5.3.1 Características de los lixiviados y gases y sus efectos en la salud.

Los líquidos lixiviados se forman mediante el escurrimiento de líquidos, como por ejemplo, agua de lluvia, a través de sustancias en proceso de descomposición. El líquido al fluir, disuelve algunas sustancias y arrastra partículas con otros compuestos químicos. Los ácidos orgánicos formados en ciertas etapas de la descomposición contenidos en el lixiviado, como ácido acético, láctico o fórmico, disuelven los metales contenidos en los residuos, transportándolos con el flujo de lixiviados (Friends of the Earth, 1996). Entre los metales que pueden estar presentes se encuentran: el Arsénico, el Cadmio, Cromo, Plomo, Mercurio y el Níquel; sus efectos en la salud se mencionan en el Cuadro 3, y entre los más graves podemos mencionar el riesgo de producir malformaciones en el embrión o feto, cáncer, mutaciones, daños en el sistema nervioso, respiratorio, hígado, riñones, etc.

Otras sustancias químicas que se pueden encontrar en los lixiviados son los compuestos orgánicos sintéticos y alcoholes. El siguiente cuadro contiene algunas de estas sustancias y sus efectos en la salud humana, de los cuales podemos destacar el cáncer, daños en el hígado, riñones, sistema nervioso, etc.

Cuadro 4
Compuestos Orgánicos sintéticos y alcoholes encontrados en los lixiviados y sus efectos en la Salud

Compuesto	Efectos sobre la salud
Orgánicos sintéticos	
2,4-D	Mutagénico posible cancerígeno y teratogénico; daños en el hígado, el riñón, en los nervios y en el sistema reproductor; efectos pulmonares / sistema respiratorio; irritación en la piel y los ojos.
Lindano	Daños en el sistema reproductor y nervioso; posible cancerígeno.
Pentaclorofenol	Posible mutagénico y teratogénico, irritación en los ojos, la piel y en los pulmones / sistema respiratorio; daños en el hígado y el riñón
Alcoholes	
Etanol	Mutagénico; cancerígeno; causa de malformaciones congénitas
1-propanol	Posible cancerígeno

Continúa...

Cuadro 4
Compuestos Orgánicos sintéticos y alcoholes encontrados
en los lixiviados y sus efectos en la Salud

Compuesto	Efectos sobre la salud
2-propanol	Posible cancerígeno; irritación en la piel, los ojos y en el sistema respiratorio; posibilidad de generar efectos en el sistema nervioso central.
4-nitrofenol	Posible mutagénico y cancerígeno; desórdenes en las células de la sangre; irritación en la piel y el sistema respiratorio; efectos en el sistema nervioso central.

Fuente: Adaptado de Greenpeace Argentina. "Resumen de los impactos ambientales y sobre la salud de los rellenos sanitarios". Mayo 2004. Segunda Revisión: Julio 2004. Campaña Contra las Sustancias Tóxicas.

Como hemos podido observar, los lixiviados producidos en los rellenos sanitarios pueden generar daños en la salud bastante considerables. A este problema tenemos que agregarle algunas fallas que podrían presentarse en los rellenos sanitarios, por ejemplo: el fin del recubrimiento inferior de un relleno sanitario es evitar todo contacto de los residuos sólidos con el suelo y las capas freáticas. Sin embargo, tanto la capa arcillosa como el recubrimiento plástico pueden romperse, según la Environmental Research Foundation (1989) la arcilla es vulnerable a los químicos que están presentes en los residuos, como el benceno, ya que por difusión puede atravesar una capa arcillosa de 91.4cm en aproximadamente 5 años. También menciona que la membrana plástica es vulnerable a sustancias químicas que pueden encontrarse en los residuos urbanos. Por ejemplo, la naftalina degrada el polietileno de alta densidad (PEAD) y otras sustancias no tan nocivas como la margarina, el vinagre o la grasa para zapatos pueden debilitarlo y finalmente romperlo.

En un experimento mencionado por la Environmental Research Foundation (1992) que se llevó a cabo en Estados Unidos en 1990, se concluyó que las membranas de última tecnología de PEAD permiten el filtrado de líquidos lixiviados a una velocidad de alrededor de 200 litros por hectárea en un día, aún instaladas de acuerdo a los más sofisticados métodos de control, debido a las pequeñas perforaciones producidas durante la construcción; otro estudio realizado por la Universidad de Wisconsin en 1991 demuestra que soluciones diluidas de solventes usados comúnmente, como el tolueno, el tricloroetileno, el cloruro de metileno y el xileno, penetran una membrana de 100mm de espesor de polietileno de alta densidad en menos de dos semanas.

Los sistemas que captan los lixiviados pueden presentar problemas como nos dice la Environmental Research Foundation (1989) que se ha visto que pueden fallar por bloquearse con barro o fango, por el desarrollo de microorganismos en las cañerías, por reacciones químicas que generarán la precipitación de minerales en los

caños o simplemente los caños, ya debilitados por acción de los químicos pueden romperse por la presión de toneladas de desechos sobre ellos.

También puede generarse contaminación a través de la cubierta protectora, la cual puede ser atacada por la erosión, raíces de árboles, animales y rayos ultravioleta.

La composición de los líquidos lixiviados varía mucho de acuerdo con el tipo de residuos que se generen en la localidad, la cantidad de lluvias en la zona, las velocidades de descomposición química y otras condiciones del lugar. Sin embargo, se pueden identificar tres grupos de sustancias que se encuentran generalmente en las cercanías de los rellenos sanitarios. Los Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs), los metales y otras sustancias químicas, como son los compuestos orgánicos sintéticos, y algunos tipos de alcoholes.

Los **Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs)** son compuestos formados básicamente por átomos de carbono e hidrógeno que se evaporan fácilmente. Los más comunes de encontrar en los líquidos lixiviados son: Benceno, Cloroformo, 1.1-dicloroetano, Etilbenceno, Cloruro de metileno, Tetracloroetileno, Tolueno, Tricloroetileno, 1.1.1 tricloroetileno, Cloruro de vinilo, Xileno. Sus efectos en la salud se mencionaron en el Cuadro 4, pero para recordar algunos de ellos podemos decir, que pueden producir cáncer, mutaciones, daños en el hígado, riñón, ojos, etc.

En lo que se refiere los gases producidos en los rellenos sanitarios la Fundación de Investigación medioambiental (Environmental Research Foundation, 1998), menciona que normalmente los gases que se producen en un relleno sanitario se componen de sustancias químicas tóxicas como pueden ser: solventes, pesticidas u otros compuestos orgánicos volátiles, por lo general, clorados.

La producción de metano se debe a la actuación de microorganismos como bacterias que, mediante procesos biológicos, degradan los residuos emitiendo éste y otros gases, y liberando otras sustancias químicas. También la Environmental Research Foundation (1998) menciona que en un estudio realizado por el departamento de salud de Nueva York donde se analizaba la presencia de compuestos orgánicos volátiles en los gases emitidos por 25 rellenos, encontró tetracloroetileno, tricloroetileno, tolueno, 1,1,1-tricloroetano, benceno, cloruro de vinilo, xileno, etilbenceno, cloruro de metileno, 1,2-dicloroetano y cloroformo, compuestos en su mayoría cancerígenos y capaces de producir malformaciones que son transportados por el viento. (Algunos de los efectos en la salud de estos compuestos pueden verse en el Cuadro 3 y 4).

Por último, debido a la acumulación de metano que forma una mezcla explosiva con el oxígeno presente, suelen ocurrir incendios accidentales en los rellenos sanitarios. Al entrar en combustión las sustancias depositadas se pueden liberar compuestos químicos como dioxinas, metales pesados, óxidos de nitrógeno, material particulado y numerosos compuestos orgánicos volátiles (Greenpeace, 2004). Asimismo, la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA), clasificó a los incendios a cielo abierto en los rellenos sanitarios como una de las 5 principales fuentes de dioxinas en los Estados Unidos. (Luscombe y Costner, 2001)

En cuanto a las evidencias que demuestran la existencia de daños a la salud ocasionados por los rellenos sanitarios, existen varios estudios mencionados por Environmental Research Foundation (1998), P.Elliott (2001) y ATSDR (2001), realizados en Estados Unidos, Canadá y Europa a poblaciones que viven cerca de rellenos sanitarios. A partir de ello, se concluye que habitar cerca de un relleno, sanitario o no, es peligroso para la salud. Se observa que los efectos más comunes de vivir cerca de un relleno son un menor peso y tamaño de los recién nacidos. Por otro lado los tipos más comunes de cáncer relacionados con los rellenos son la leucemia y el cáncer de vejiga. A continuación, se mencionan algunos de los estudios que muestran las evidencias.

- En agosto de 2001 se publicó un estudio realizado en Inglaterra sobre los efectos en la salud de las personas que viven cerca de rellenos sanitarios. A partir de un estudio sobre 9,565 rellenos, se halló que el riesgo de malformaciones aumentaba en un 1% para aquellas personas que vivían dentro de los 2km de distancia del relleno. Para las malformaciones del tubo neural, como espina bífida, el aumento fue del 5%; para los defectos del aparato genital, del 7%; y para las malformaciones abdominales, del 8% (P.Elliott, 2001).
- Un estudio realizado en 1998 por el Departamento de Salud del Estado de Nueva York examinó la incidencia de siete tipos de cáncer en hombres y mujeres que viven cerca de 38 rellenos donde se piensa que existe liberación de gases. De los 14 tipos de cáncer estudiados (7 en hombres y 7 en mujeres), se encontró que en 10 casos, los valores eran elevados, pero en sólo dos tipos de cáncer (cáncer de vejiga y leucemia en las mujeres) fueron significativos. Los siete tipos de cáncer estudiados fueron la leucemia; los linfomas no Hodgkin; el cáncer de hígado, de pulmón, de riñón, de vejiga y de cerebro. El estudio también concluyó que para las mujeres que viven cerca de los rellenos, la incidencia de los siete tipos de cáncer era elevada. En los hombres, el estudio encontró una incidencia elevada (aunque no estadísticamente significativa), de cáncer de pulmón, de vejiga y leucemia (Environmental Research Foundation, 1998).
- Un estudio realizado en 21 rellenos de 10 países europeos en 1997 reveló un que los bebés nacidos dentro de un radio de 3 km de un relleno tienen un 33% más probabilidades de nacer con malformaciones.
- Un estudio realizado en California (Estados Unidos), en 1997 reveló que los niños nacidos en los años donde se depositaba la mayor cantidad de residuos en el relleno sanitario del lugar nacían con menos peso.
- Un estudio realizado en Montreal (Canadá) en 1995 a familias viviendo cerca de un relleno sanitario, demostró que los bebés nacidos en ese lugar eran un 20% más propensos a nacer con menor peso.

- Un estudio realizado en 1995 en Canadá a familias viviendo cerca de un relleno reportó una incidencia elevada de cáncer de estómago, hígado, próstata y pulmón en los hombres, y en las mujeres de estómago y útero.
- En 1995 se publicó un estudio sobre familias que vivían cerca de un importante relleno municipal: The Miron Quarry, en la Ciudad de Montreal, Canadá. Este relleno se utilizó entre 1968 y 1990 y es el tercer relleno más grande de América del Norte. Allí se encontró una elevada incidencia de cáncer de estómago, hígado, próstata, y pulmón entre los hombres y de útero y cervical entre las mujeres (ATSDR, 2001).
- Un estudio realizado en Illinois (Estados Unidos) en 1990 encontró un alto nivel de incidencia de cáncer de vejiga, donde un relleno había contaminado la fuente de agua municipal con tricloroetileno, tetracloroetileno y otros solventes clorados.
- Un estudio realizado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos en 1989, reveló que los estados con niveles más elevados de cáncer de vejiga, pulmón, estómago y recto eran precisamente aquellos estados con mayor concentración de rellenos sanitarios.
- Un estudio realizado en New York en 1989 demostró que los niños que vivieron al menos un 75% de sus vidas cerca de un famoso relleno ubicado en Nueva York (Love Canal) tenían una altura menor que los niños viviendo en otros sitios.
- Un estudio realizado en 1986 en Massachusetts (Estados Unidos) de niños con leucemia pudo relacionar estadísticamente la enfermedad con las personas que bebían el agua contaminada por un relleno.

En México no existen investigaciones que puedan mostrar los efectos de vivir en los alrededores o en los rellenos sanitarios pero un estudio realizado por la Organización Panamericana de la Salud (OPS, 1993), citado por SEDESOL (2004), muestra algunos de los efectos en la salud de personas que viven y trabajan en los tiraderos, se dice que el 14% de las mujeres ha sufrido un aborto y 3% más de tres abortos; el 13% han perdido un hijo, 10% dos y 15% entre tres y siete; en cuanto al nivel de mortandad, el 68% de niños fallecidos se encontraban entre los 0 y 3 años de edad y de éstos el 73% murió por enfermedad y el 14% por accidentes, las muertes por enfermedad se refieren a que su sistema inmunológico no estaba bien desarrollado y los accidentes se deben a descuidos de los adultos; la esperanza de vida para este tipo de personas es de 53.22 años, que comparados con los 72.8 años para la población en general de México demuestran una diferencia de casi 20 años de vida.

Los que construyen los rellenos sanitarios mencionan que una vez clausurado un relleno sanitario, y cubriéndose el mismo con una capa protectora, la ausencia de oxígeno o agua impediría la posterior degradación de los residuos. Sin embargo, cualquier rotura o desgaste de la membrana protectora, transformaría a los líquidos lixiviados y los gases en peligrosos para las comunidades cercanas.

Finalmente, es importante considerar que la existencia de rellenos sanitarios incentiva el uso irracional e ilimitado de materias primas, que luego son desechadas. Con esto no sólo se están desperdiciando las materias

primas, que luego se deberán volver a extraer para la fabricación de más productos, sino que además se desperdician otros recursos necesarios para la producción, como son el agua y la energía.

Según la Environmental Research Foundation (1990), otra desventaja de los rellenos sanitarios es que tienden a acentuar la desigualdad social, ya que los residuos se ubican en las zonas donde vive gente de menores recursos. Según un informe de las casas ubicadas cerca de un relleno sanitario se venden a un precio 10 o 15% menor del precio de mercado.

Conclusiones

En este capítulo se abordan los aspectos teórico – conceptuales que nos permiten iniciar el estudio del tema de los residuos sólidos municipales, como se puede apreciar, existen dos enfoques interesantes dentro de la economía que nos ofrecen una explicación del papel que tienen los residuos sólidos en el sistema.

El primero de ellos es el de la economía ecológica que considera a la economía como un subsistema perteneciente a un sistema global, en donde la economía toma del sistema recursos naturales y los transforma para lograr el bienestar de la sociedad; y, al mismo tiempo, esos productos, que en un momento generan bienestar, son la causa de una producción de residuos que supera la capacidad de la naturaleza para asimilarlos generando contaminación del medio ambiente.

El segundo enfoque, es el de la economía ambiental que ubica el problema de los residuos sólidos como una falla de mercado, es decir, el mercado no es capaz de lograr un equilibrio entre el medio ambiente y la contaminación ocasionada por los residuos sólidos. Aquí, los residuos se consideran como un bien ambiental para los cuales se puede definir un precio, pero los agentes pueden pagarlo o no, sin importar las consecuencias y al mismo tiempo pueden seguir consumiéndolo. Lo anterior significaría producir residuos sin ninguna consideración generando contaminación, sin que ello implique pagar por darle un tratamiento adecuado.

Una vez ubicado el problema dentro del contexto económico se muestran los diferentes instrumentos que se pueden aplicar para el manejo y control de los residuos sólidos, en los cuales se hayan los regulatorios o de control directo y los económicos o de control indirecto.

La eficiencia de los instrumentos e inclusive la adopción de alguno de ellos dependen de la importancia que tenga el medio ambiente para la sociedad, o incluso son resultado de la adopción de medidas de acción inmediatas ante la manifestación de un daño ambiental.

También se hace un análisis de los efectos que tiene el manejo de los residuos sólidos en el medio ambiente y en la salud, llegando a obtener resultados bastante interesantes. En lo que se refiere a los problemas en el medio ambiente se encuentra que el contacto directo de los residuos sólidos, la producción de lixiviados puede ocasionar daños y contaminación en los mantos acuíferos superficiales y subterráneos, y muchos de ellos sirven para el consumo humano y de animales; también el aire se contamina con la generación de partículas, humos y gases compuestos por muchas sustancias tóxicas, que son transportadas por el viento y llegan a la población cercana y no tan cercana. Otro tipo de daño ambiental es el que se produce en los suelos al utilizarlos para el depósito de residuos sólidos, y hay que recordar que en la Ciudad de México una gran proporción de los residuos generados se depositan en barrancas y tiraderos sin medidas sanitarias.

El análisis de los efectos a la salud merece una mención aparte, ya que como se puede apreciar en el desarrollo de este apartado, la concentración de residuos puede ocasionar daños muy severos en la población expuesta como son: cáncer, daños en el sistema nervioso, riñones, hígado, pulmones, etc. Situación por la cual es importante actuar de forma inmediata.

Ahora bien, dado que el objeto de estudio de esta tesis se circunscribe en el ámbito de una gran urbe como es el caso de la Ciudad de México, tendríamos que examinar a continuación: ¿cómo se percibe el problema de los residuos sólidos?, ¿qué medidas se han aplicado?, ¿cuáles son los resultados que se han obtenido?

Capítulo

2

MARCO JURIDICO

2.1. Análisis de las iniciativas internacionales relacionadas con la gestión de los residuos sólidos municipales.

Los Estados han participado en acuerdos y tratados internacionales para abordar los problemas del medio ambiente dado que tienen impactos a nivel global. Sin duda, los problemas medioambientales son un factor estratégico a la hora de analizar los ámbitos económicos y sociales a nivel mundial.

Los organismos internacionales estudian, proponen, discuten y acuerdan lineamientos para que los Estados participantes se comprometan e implementen las medidas adoptadas, producto de las resoluciones, en su ámbito interno. Se pretende establecer un orden universal sobre diversos aspectos, en el ámbito económico, social y ambiental que permita un mejor desarrollo de la humanidad.

Existen muchos problemas ambientales, y entre ellos está el tema de los residuos sólidos. En cuanto a las primeras iniciativas o resoluciones adoptadas por dichos organismos internacionales, bajo las cuales

surgió la importancia de este tema, se suscitaron a fines de 1960, en la Unión Europea, y en las cuales se establecieron las primeras legislaciones para controlar la contaminación.

La Organización de las Naciones Unidas (ONU), atendió el problema ambiental, en la primera Conferencia sobre el Medio Ambiente Humano, en Estocolmo en el año de 1972, y ha hecho mayores esfuerzos en cuanto a los temas medio ambientales, pues se distingue por la creación de su Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), a mediados de 1987; a partir de su creación la ONU inició su política internacional en materia de gestión de residuos. Dicha política culminó en marzo de 1989 por la adopción del Convenio de Basilea sobre el Control de Traslados Transfronterizos de Residuos Peligrosos y su Eliminación.

Posteriormente, se realizó la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, celebrada en Río de Janeiro en junio de 1992, en la cual se planteó de manera detallada el tema de los residuos sólidos, los acuerdos fueron plasmados y dados a conocer en un informe. El informe describe las resoluciones aprobadas sobre esta temática, específicamente en el capítulo 21 del Volumen I titulado: "Gestión ecológicamente racional de los residuos sólidos y cuestiones relacionadas con las aguas cloacales"³². A continuación veremos los lineamientos generales presentados.

2.1.1 Agenda 21, Capítulo 21: "Gestión ecológicamente racional de los residuos sólidos".

En la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo se señaló la importancia del manejo y control de los residuos sólidos para mantener la calidad del medio ambiente, lograr un desarrollo sostenible y ecológicamente racional en todos los países.

En el Capítulo 21 de la Agenda 21 se establecen las bases para un manejo integral de los residuos sólidos municipales como parte del desarrollo sostenible, asimismo se especifican una serie de objetivos, los cuales se concentran en cuatro áreas principales.

³² Naciones Unidas. *Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*. New York, Ed. ONU. Volumen I. resoluciones aprobadas por la Conferencia. 1993.

- A. *"Reducción al mínimo de los residuos"*, el criterio base es de carácter preventivo³³, enfocado a la transformación del estilo de vida y las formas de producción y consumo. Los objetivos que se buscaban eran reducir la producción de residuos destinados a la disposición final y el establecimiento de programas que permitieran disminuir la producción de materiales de embalaje.

Se considera que los gobiernos y la cooperación de organizaciones no gubernamentales y los organismos competentes de las Naciones Unidas podrían: mantener bajo examen la eficacia de los instrumentos de reducción al mínimo de los residuos; promover la prevención y reducir al mínimo los residuos; promover la educación pública y una serie de incentivos reglamentarios; establecer procedimientos para el transporte, almacenamiento y gestión de productos alimenticios que conducen a la producción de residuos y facilitar tecnologías que permitieran la reducción de residuos.

- B. La *"reutilización y el reciclado de los residuos"*. La forma de lograrlo sería a través de los gobiernos, las entidades involucradas y la sociedad en general, y en colaboración con las Naciones Unidas deberían iniciar programas para poner en práctica el reaprovechamiento y reciclado. Estos deberían basarse en: desarrollar y reforzar la capacidad nacional de reaprovechamiento; revisar y reformar las políticas nacionales para incentivar el reciclaje; elaborar y aplicar planes nacionales para el reaprovechamiento y reciclado; modificar normas vigentes y elaborar programas de sensibilización.

Las actividades que se plantean como necesarias eran: examinar las opciones y técnicas de reciclado de los residuos sólidos municipales; evaluar el alcance y métodos actuales de reciclaje; incrementar el financiamiento de programas experimentales para ensayar nuevas opciones de reaprovechamiento y reciclado y determinar posibles mercados para los productos reciclados.

- C. La *"promoción de la eliminación"*, la cual se refiere a la mejora de las prácticas de tratamiento y de eliminación de residuos, en donde, se planteaba la necesidad de que los gobiernos deberían realizar, desarrollar y reforzar la capacidad nacional para tratar y eliminar los residuos; revisar y

³³

La declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo celebrada en Río de Janeiro, junio de 1992, menciona en el párrafo 3 que "Con el fin de proteger el medio ambiente, los Estados deberán aplicar ampliamente el criterio de precaución conforme a sus capacidades. Cuando haya peligro de daño grave o irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces en función de los costos para impedir la degradación del medio ambiente".

reformular las políticas nacionales y alentar a los países a buscar soluciones para la eliminación de residuos.

Al mismo tiempo los gobiernos, las municipalidades y las autoridades locales, deberían: preparar directrices e informes técnicos sobre cuestiones tales como la integración de la eliminación de los residuos en la planificación del uso del suelo para asentamientos humanos; emprender investigaciones sobre tecnologías baratas de eliminación de residuos en condiciones ecológicas y crear programas para aumentar al máximo la clasificación en la fuente.

- D. La *"Ampliación del alcance de los servicios que se ocupan de los residuos"*. El objetivo era mejorar y ampliar los servicios de recolección y eliminación por métodos más seguros que permitieran reducir la contaminación ambiental y los riesgos en la salud.

Se plantea que los gobiernos deberían establecer los mecanismos de financiamiento para el desarrollo de servicios de gestión de los residuos; aplicar el principio de "el que contamina paga"³⁴ y fomentar la institucionalización de la participación de las comunidades en la planificación y aplicación de procedimientos para la gestión de los residuos sólidos.

Un aspecto que se plantea como necesario para lograr los objetivos, y que se perseguían en cada una de las áreas mencionadas con anterioridad, era la formación de recursos humanos capacitados y especializados en el manejo, control y tratamiento de los residuos sólidos.

A partir de estas directrices generales se propone que cada país establezca sus programas, considerando las condiciones nacionales y sus capacidades económicas. De acuerdo con las metas establecidas a corto y mediano plazo fijadas en la Conferencia para el año 2000, se esperaba que los países en desarrollo establecieran las capacidades para monitorear las cuatro áreas mencionadas y establecer planes nacionales para cada una de ellas.

³⁴ La declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo celebrada en Río de Janeiro, junio de 1992, menciona en el párrafo 16 que "Las autoridades nacionales deberán procurar fomentar la internalización de los costos ambientales y el uso de instrumentos económicos, teniendo en cuenta el criterio de que el que contamina debe, en principio, cargar con los costos de la contaminación, teniendo debidamente en cuenta el interés público y sin distorsionar el comercio ni las inversiones internacionales.

Sin embargo, la realidad es otra. La mayoría de los países no ha cumplido con estos programas ni en un 50%. La razón de ésto responde a que aplicar políticas o programas dedicados a fomentar la reducción, la reutilización, el reciclado y, finalmente, la disposición final de los residuos, implica inversiones considerables, y además cambios en las formas de producción que tienen las empresas e inclusive en los insumos utilizados para el empaquetado final.

Todos los detalles anteriores implican transformaciones que tienen efectos económicos inmediatos y que muchas de las veces los gobiernos no se decidan aplicar; en donde se han aplicado, las consideraciones han sido bastante cómodas para los productores.

En cuanto al aspecto social, la adaptación de las nuevas formas o criterios para manejar los residuos sólidos es un proceso lento que requiere de grandes campañas de concientización por diferentes medios de comunicación, que incluso podría aplicarse, de manera permanente, en la educación escolar. Sin embargo, esto tomaría tiempo dado que es difícil sustituir en la sociedad actual, la época del derroche en la que se gasta sin medida, se contamina el aire sin consideración y se producen grandes cantidades de residuos, sin preocuparse por su destino final. Sin duda, falta mucho por hacer para cumplir estas metas, aunque cabe señalar que también falta mayor apoyo de los organismos internacionales y de las Naciones Unidas, según lo estipulado en el informe.

Estas consideraciones no disminuyen la importancia de las resoluciones internacionales para que continúen teniendo un carácter orientador para la creación o mejoramiento de un marco institucional. Los países deben continuar mejorando la gestión de los residuos a partir de estas pautas, y seguir en el proceso de creación del marco legal-normativo para su instrumentación.

Estos programas siguen siendo las bases para el establecimiento de la estructura correspondiente a un sistema de gestión integral de residuos sólidos en cada país. Entre las razones del atraso en la implementación de la gestión integral de los residuos sólidos, se encuentran las carencias en cada país por: falta de recursos financieros y humanos, pero el aspecto más influyente es la voluntad política o interés que las autoridades, tanto nacionales como locales, le dan a los problemas ambientales.

Otro aspecto a señalar, es que las medidas propuestas en el Capítulo 21, son bajo la lógica del *principio del que contamina paga*, y aborda poco los *principios de sustentabilidad*³⁵ y *precautorio*. Estos principios son la base fundamental para la búsqueda del desarrollo sustentable.

El programa de reducción al mínimo de los residuos presenta un enfoque de prevención con el objetivo de reducir los volúmenes y cambiar la composición de los residuos. No obstante, dichos objetivos no se han cumplido en la mayoría de los países en desarrollo porque se ha establecido el principio precautorio, y no un principio correctivo.

El resto de los programas son formas de tratar los residuos generados, se utilizan algunas estrategias correctivas, por ejemplo: la capacidad de dar tratamiento a los residuos en el sitio de generación; proximidad entre la fuente de generación y las operaciones de tratamiento y disposición final; pero siempre instrumentando la jerarquía: reducir, reciclar, reutilizar, tratar y disponer; con las aplicaciones del principio del que contamina-paga, vinculado a la internalización del costo de contaminar y el mínimo costo de disposición, que es directamente proporcional a la distancia entre el generador y el relleno sanitario.

Es indudable que los principios generales e internacionalmente aceptados en cuanto al manejo de residuos sólidos municipales fueron los mencionados en la Agenda 21, dado que se crearon o modificaron la gran mayoría de los principios jurídicos que se aplicaban en todo el mundo.

Al mismo tiempo diversos organismos internacionales se involucraron en proyectos de inversión, asistencia técnica, desarrollo institucional, capacitación y evaluación del impacto ambiental referentes a los residuos sólidos municipales, tales como: el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), la Organización Panamericana de la Salud y Organización Mundial de la Salud (OPS/OMS), el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la Comisión Económica para América Latina (CEPAL), la Agencia de Cooperación Alemana (GTZ), la Agencia de Cooperación Internacional Japonesa (JICA) y la Agencia Internacional para el Desarrollo de los Estados Unidos (USAID).

³⁵ La declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo celebrada en Río de Janeiro, junio de 1992, menciona en el párrafo 3 que "El derecho al desarrollo debe ejercerse de forma tal que responda equitativamente a las necesidades de desarrollo y ambientales de las generaciones presentes y futuras".

2.2. Análisis del marco legal correspondiente a la gestión de los residuos sólidos municipales en los países de América Latina.

A partir del marco jurídico se crean los instrumentos legales encargados de regular el manejo de los residuos sólidos municipales. En lo que se refiere al marco legal o jurídico para el tratamiento de residuos sólidos municipales que prevalece en América Latina y el Caribe, podemos decir que “el régimen democrático de los países de la región ya sean federales o unitarios, determinan que las leyes sobre el ambiente y la salud sean dictadas por el Poder Legislativo para luego ser promulgadas por el Poder Ejecutivo. Además, el gobierno central o federal y los estados también norman a través de decretos y resoluciones, pero siempre dentro de lo dispuesto por la Constitución del Estado. A su vez, los municipios disponen a través de leyes y ordenanzas municipales la gestión y operación de residuos sólidos dentro de su jurisdicción”³⁶

En los países de Latinoamérica podemos encontrar leyes y reglamentos de aplicación nacional, así como también normas técnicas y otros convenios de corte internacional sobre los residuos sólidos. El número de países que cuenta con ellos es muy variado como se puede apreciar en el Cuadro 2.1, México, Costa Rica, y Brasil son los tres países que utilizan más instrumentos legales.

Cuadro 2.1
Instrumentos legales existentes en algunos países de América Latina.

Instrumento legal	Países donde existen
Leyes nacionales sobre residuos sólidos municipales (generales o específicos)	Colombia, Honduras, Perú, Chile, Venezuela, Costa Rica, Uruguay, Paraguay.
Reglamentos nacionales y normas técnicas sobre residuos sólidos municipales	Bolivia, Honduras, Perú, México, Chile, Colombia, Paraguay, Brasil, Costa Rica, Venezuela, El Salvador. Uruguay, Ecuador.
Normas técnicas sobre manejo de residuos sólidos de establecimientos de salud y especiales	Honduras, Perú, México, Colombia, Paraguay, Brasil, Costa Rica, Venezuela, El Salvador, Uruguay, Ecuador, Argentina.
Convenio de Basilea ³⁷	Argentina, Brasil, Chile, Ecuador, El Salvador, México, Panamá, Uruguay, Costa Rica, Perú.
Otros convenios internacionales	Brasil, Costa Rica, México.

Fuente: Diagnóstico de la situación del MRSM en América Latina, Washington, D.C. 1997. Pág. 28.

³⁶ Acurio, Guido. *Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe*. Washintong, D.C. Ed. BID. 1997. pp. 27

³⁷ El Convenio de Basilea se refiere a un acuerdo para el control de los movimientos transfronterizos de los residuos peligrosos y su eliminación, firmado en marzo de 1987, durante una conferencia celebrada en Basilea Suiza.

En la mayoría de los países latinoamericanos las funciones de normatividad, planificación, supervisión, asesoría y regulación, las llevan a cabo las entidades estatales, tales como: los Ministerios de Medio Ambiente, de Salud, de Planificación, etc.; lo relacionado con las funciones de operación, administración y financiamiento de este sector están bajo el régimen municipal, como se puede apreciar en el Cuadro 2.2, el Gobierno Central es el encargado de normar, planificar, supervisar y controlar el sector de los residuos sólidos, aunque existen países como Argentina, Brasil, México y Venezuela en donde los Estados y Municipios también pueden crear sus propias normas, si lo consideran necesario. En cuanto a la operación, financiamiento y administración de los residuos sólidos, los municipios se encargan de cumplir estas funciones.

Cuadro 2.2
Estructural organizacional y funcional del sector de los residuos sólidos
municipales en América Latina

Estructura funcional / organizativa	Normativa, planificadora, supervisora, controladora (N)	Operadora, financiadora, administradora (O)
Organismos del gobierno (central o federal)	Argentina, Belice, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Chile, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Uruguay, Venezuela.	
Organismos de los gobiernos de los estados o provincias	Argentina, Brasil, México y Venezuela	
Municipios		Argentina, Belice, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Chile, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Uruguay, Venezuela.

Fuente: Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe. BID/OPS, Washington, D.C. 1997. Pág. 22.

Adicionalmente existe un conjunto de instituciones y organismos encargados de instrumentar, supervisar y apoyar el buen funcionamiento del marco legal referente al sector de los residuos sólidos municipales, éstos pueden ser organismos nacionales, estatales o municipales, privados, internacionales, organizaciones no gubernamentales, etc.; un ejemplo de los diferentes organismos que se han creado para el apoyo en el manejo de los residuos sólidos municipales, se muestra en el Cuadro 2.3, donde se consideran los casos de Brasil, Colombia, Costa Rica y México.

Cuadro 2.3
Entidades del sector de residuos sólidos en cuatro países de América Latina.

Instituciones	Brasil	Colombia	Costa Rica	México
Organismos nacionales	<p>SISNAMA: Órgano Superior:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Consejo de Gobierno. <p>Órgano consultivo y deliberativo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ministerio del Medio Ambiente, Recursos Hídricos y Amazonía Legal. <p>Órgano ejecutor:</p> <ul style="list-style-type: none"> • IBAMA. <p>Organismos sectoriales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entidades de la administración federal relacionados al sector. • FIBGE 	<ul style="list-style-type: none"> • Departamento Nacional de Planeación. • Ministerio de Medio Ambiente. • Ministerio de Salud. • Ministerio de Desarrollo Económico. • Comisión de Regulación de Saneamiento Básico • Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. • Financiera de Desarrollo Territorio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ministerio de Salud. • Instituto de Fomento y Asesoría Municipal, IFAM. • Ministerio del Ambiente y Energía. MINAE. • Contraloría General de la República. • Unidad Ejecutora de Residuos Sólidos adscrita al MINAE. • Ministerio de Planificación y Política Económica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales SEMARNAT • Secretaría de Desarrollo Social. SEDESOL. • Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. PROFEPA.
Organismos de los estados o de las provincias	<p>Organismo seccionales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Secretarías de medio ambiente estatales. • Obras y servicios 			
Municipios (organismos locales)	<ul style="list-style-type: none"> • Dependencias municipales de limpieza pública y medio ambiente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Departamento Metropolitano de Limpieza Pública. OMLP • 211 municipios con más de 10,000 habitantes. 	<ul style="list-style-type: none"> •Obras y servicios municipales. 	
Sector privado	<ul style="list-style-type: none"> • FIESP 	<ul style="list-style-type: none"> • Microempresas de recolección 		
Organismos internacionales	BID, OPS, PNUMA, PNUD, GTZ.	BID, OPS, PNUMA, PNUD, GTZ.	BID, OPS, AID, PNUMA, JICA, GTZ.	BID, OPS, PNUMA, PNUD, JICA, GTZ.
ONG's		Ong's involucradas en el reciclaje		Ong's que intervienen en el reciclaje.
Otros	<ul style="list-style-type: none"> • Universidades • CETESB • FEEMA • ABRELP • ABES 	<ul style="list-style-type: none"> • Asociación Colombiana de Entidades Administradora de Limpieza Urbana, ASEAS. • Asociación Nacional de Recicladores. ANR. • Universidades 	<ul style="list-style-type: none"> • Universidades. 	<ul style="list-style-type: none"> • Asociación Mexicana para el control de los residuos sólidos y peligrosos, AMCRESPAC • Sociedad Mexicana de Ingeniería Sanitaria. SMISAAC. • Ecología y Compromiso Empresarial ECOCE • Universidades. • Otras empresas privadas

Fuente: Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe. BID/OPS, Washington, D.C. 1997. Pág. 24.

De lo anterior, observamos que existe una cantidad de instituciones y organismos que apoyan el funcionamiento correcto del marco legal de la gestión de residuos sólidos, en este caso sólo se presentan cuatro países; sin embargo, la situación es muy similar en la mayoría de los países de la región (Acurio, 1997), aunque hay algunos países que cuentan con más organismos e instituciones que otros, pero con el tiempo se pretende un desarrollo similar en toda la región.

Finalmente, Acurio (1997), en su estudio de la situación de los residuos sólidos en América Latinoamérica menciona que el marco institucional relacionado con los residuos sólidos municipales presenta una serie de limitaciones y restricciones, que impiden su funcionamiento correcto, entre las cuales se pueden mencionar las siguientes:

- ⇒ Falta de identificación de los componentes y la cabeza del sector para construir un verdadero sector de los residuos sólidos.
- ⇒ Limitada capacidad institucional de gran parte de las entidades ejecutoras y normativas para asumir sus funciones y responsabilidades.
- ⇒ No hay una definición real de los ámbitos de competencia de los diferentes organismos.
- ⇒ Existe duplicidad de funciones y esfuerzos entre las entidades responsables.
- ⇒ Carece de un sistema de información y escaso o nulo intercambio de datos.
- ⇒ Falta de voluntad política en los niveles de toma de decisiones y establecimiento de prioridades.

2.3. Análisis del Marco Jurídico Mexicano correspondiente a la gestión de los residuos sólidos municipales.

El marco jurídico mexicano relacionado con el manejo y control de los residuos sólidos tiene sus orígenes en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM), como veremos más adelante. En el año de 1970 un nuevo tema cobró importancia a nivel mundial y fue precisamente el de Medio Ambiente, que entre los temas de estudio se encontraba el de residuos sólidos, creándose la Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente, dependiente de la Secretaría de Salubridad y Asistencia.

Posteriormente se creó la Ley Federal de Protección al Ambiente (LFPA, 12 de marzo de 1971), que se encarga, en una primera etapa, de definir las reglas y principios que se deben considerar en el manejo de los residuos sólidos. Sin embargo, el problema de los residuos así como de contaminación atmosférica y de descarga de aguas contaminantes superan las disposiciones hechas bajo esta ley, por lo que requiere de una nueva reestructuración para el control de contaminantes; entonces, se creó la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), de donde se deriva hasta octubre de 2003 la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos, de carácter nacional, la cual

intenta sentar las bases para resolver el problema; y, también surgen las correspondientes leyes específicas de cada estado y del Distrito Federal, que en el caso de esta última nos interesa de manera particular y que habremos de analizar resaltando los aspectos más importantes.

Haremos un breve recorrido por el marco jurídico que sirve de sustento al manejo y control que deben tener los residuos sólidos municipales en México.

2.3.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, creada en 1917 y modificada en 1987, fundamenta las políticas mexicanas en materia ambiental; establece que el país tiene el derecho de controlar el desarrollo para proteger los recursos naturales y define las competencias de los estados.

En lo que se refiere a los residuos sólidos, la Constitución mexicana señala en el Artículo 115³⁸, que los estados adoptarán, con base en su división territorial y su organización política y administrativa, el municipio libre teniendo éste a su cargo las funciones y servicios públicos siguientes: a) limpiar, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos y b) autorizar, controlar y vigilar la utilización del suelo, en el ámbito de su competencia, en sus jurisdicciones territoriales.

Queda claro que la Constitución confiere la responsabilidad del manejo y control de los residuos sólidos urbanos o municipales (no peligrosos) a los mismos municipios.

2.3.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente³⁹ (LGEEPA)

El principal estatuto jurídico en materia del medio ambiente es la LGEEPA que establece las reglas y los principios que se deben de seguir en este caso en específico; asimismo, dispone las responsabilidades que le competen a la Federación, a los Estados, a los Municipios y al Distrito Federal en cuanto al tratamiento de los residuos sólidos.

³⁸ Para ver todos los artículos ambientales referidos en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, ver Anexo 1.

³⁹ Publicada en el D.O.F. de fecha 28 de enero de 1988, se incorporaron las modificaciones publicadas en el D.O.F. de fecha 7 de enero de 2000 y se presenta un resumen de los artículos que tratan el tema de residuos sólidos en el Anexo 1.

En cuanto a las responsabilidades de los niveles gubernamentales respecto al manejo de residuos sólidos:

En lo que se refiere a las competencias de la Federación en cuanto al manejo de los residuos sólidos se señala, que tiene la facultad de expedir las normas oficiales mexicanas y la vigilancia de su cumplimiento en las materias previstas en la Ley. Entre ellas se encuentra por supuesto el manejo de los residuos sólidos⁴⁰. Teniendo a la Federación como responsable del control de los residuos peligrosos.

En lo que respecta a los Estados, tienen la función de regular los sistemas de recolección, transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos e industriales que no estén considerados como peligrosos⁴¹.

A los Municipios les corresponde, de conformidad con lo dispuesto en la Ley y las leyes locales en la materia, la facultad de aplicar las disposiciones jurídicas relativas a la prevención y control de los efectos sobre el ambiente ocasionados por la generación, transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos e industriales que no estén considerados como peligrosos.⁴²

Por último, al Gobierno del Distrito Federal al igual que el resto de las entidades federativas le corresponde asumir las disposiciones legales que expida la Asamblea Legislativa del Distrito Federal relativas a la prevención y control de los efectos sobre el ambiente ocasionados por la generación, transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos e industriales que no estén considerados como peligrosos.

De lo anterior se concreta que la responsabilidad sobre el manejo de los residuos sólidos urbanos no peligrosos recae directamente sobre los municipios y el Distrito Federal en este caso sus delegaciones, quienes se sujetan a las leyes generales y, al mismo tiempo, formular sus propios criterios para hacer más eficiente este servicio público.

⁴⁰ Artículo 5 en la *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente* (LGEEPA), México, D.F. Diario Oficial de la Federación. 1998.

⁴¹ Artículo 7, fracción VI en LGEEPA, *op. cit.*

⁴² Artículo 8, fracción IV en LGEEPA, *op.cit.*

2.3.3 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos⁴³

La Ley es de rango federal y fue aprobada en octubre de 2003. Antes de su aprobación ya existían otras leyes de carácter local que se reformaron para adaptar los lineamientos en el marco de la nueva Ley. Se hace referencia a la protección del ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos en el territorio nacional; sus disposiciones son de orden público e interés social.

El objetivo de esta Ley es garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado; propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación, así como establecer las bases para:

- Aplicar los principios de valorización, responsabilidad compartida y manejo integral de residuos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, los cuales deben de considerarse en el diseño de instrumentos, programas y planes de política ambiental para la gestión de residuos;
- Determinar los criterios que deberán de ser considerados en la generación y gestión integral de los residuos, para prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente y la protección de la salud humana;
- Formular una clasificación básica y general de los residuos que permita uniformar sus inventarios, así como orientar y fomentar la prevención de su generación, la valorización y el desarrollo de sistemas de gestión integral de los mismos;
- Definir las responsabilidades de los productores, importadores, exportadores, comerciantes, consumidores y autoridades de los diferentes niveles de gobierno, así como de los prestadores de servicios en el manejo integral de los residuos;
- Fomentar la valorización de residuos, así como el desarrollo de mercados de subproductos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica y económica, y esquemas de financiamiento adecuados;
- Promover la participación corresponsable de todos los sectores sociales, en las acciones tendientes a prevenir la generación, valorización y lograr una gestión integral de los residuos ambientalmente adecuada, así como tecnológica, económica y socialmente viable;

⁴³

"Ley General para la prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos". México, D.F. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de Octubre de 2003. Se presenta un resumen de los artículos que tratan el tema de residuos sólidos en el Anexo 1.

- Prevenir la contaminación de sitios por el manejo de materiales y residuos, así como definir los criterios a los que se sujetará su remediación;
- Fortalecer la investigación y desarrollo científico, así como la innovación tecnológica, para reducir la generación de residuos y diseñar alternativas para su tratamiento, orientadas a procesos productivos más limpios, y
- Establecer medidas de control y de seguridad para garantizar el cumplimiento y la aplicación de la Ley y las disposiciones que de ella se deriven, así como para la imposición de las sanciones que correspondan.

La Ley es bastante amplia y define claramente las responsabilidades que le confieren a cada orden de gobierno, pero existen grandes vacíos en cuanto a su implementación que como lo veremos más adelante estos vacíos se convierten en las principales causas del problema.

Ahora bien, en lo que se refiere al Distrito Federal existen varias leyes locales que tratan el tema de los residuos sólidos tales como: la Ley de de Desarrollo Urbano del Distrito Federal; la Ley Ambiental del Distrito Federal y la Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal. En ellas se menciona la importancia de un adecuado manejo y disposición de los residuos para el cuidado del medio ambiente que analizaremos a continuación.

2.3.4 Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal⁴⁴

Dicha Ley menciona en su Artículo 2 que "...la planeación del desarrollo urbano y el ordenamiento territorial del Distrito Federal, tienen por objeto mejorar el nivel y calidad de vida de la población urbana y rural a través de la planeación del funcionamiento ordenado y regular los servicios públicos y del acceso a los satisfactores económicos, culturales, recreativos y turísticos, que permitan a los habitantes del Distrito Federal ejercer su derecho a una vida segura, productiva y sana".

Según la ley se busca la conservación del medio natural, de la flora y la fauna silvestres en el territorio del Distrito Federal; la restauración de la salubridad de la atmósfera, del agua, del suelo y del subsuelo;

⁴⁴ "Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal", México, D.F. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 7 de febrero 1996. Se presenta un resumen de los artículos que tratan el tema de residuos sólidos en el Anexo 1.

la adecuada interrelación de la naturaleza con los centros de población y la posibilidad de su aprovechamiento y disfrute por los habitantes.

En cuanto a los residuos sólidos no hace referencia en específico pero menciona la planeación del funcionamiento ordenado y regular de los servicios públicos, sabemos que dentro de los servicios públicos que presta el D. F. se encuentra el servicio de limpia. Al respecto considera el servicio de limpia como exclusivamente público y éste no tiene que ser una práctica permanente dado que no constituye la forma más eficiente.

2.3.5 Ley ambiental del Distrito Federal⁴⁵

En ella se definen los principios mediante los cuales se habrá de formular, conducir y evaluar la política ambiental en el Distrito Federal, y se señalan los instrumentos y procedimientos para su aplicación. Los principios, instrumentos y procedimientos pretenden conservar y restaurar el equilibrio ecológico, así como prevenir los daños al ambiente, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la conservación de los ecosistemas.

En lo que respecta a los residuos sólidos en el Artículo 164, menciona que los criterios para la prevención y control de la contaminación del suelo deberán considerarse en la expedición de normas para el funcionamiento de los sistemas de recolección, almacenamiento, transporte, acopio, alojamiento, reuso, tratamiento y disposición final de residuos sólidos, a fin de evitar riesgos y daños a la salud y al ambiente.

Se señalan también un conjunto de prohibiciones:

- El depósito o confinamiento en sitios no autorizados;
- El fomento o creación de basureros clandestinos;
- El depósito o confinamiento de residuos sólidos en suelo de conservación ecológica o áreas naturales protegidas;
- La quema de dichos residuos sin los mecanismos de prevención de generación de contaminantes adecuados, ni de su autorización;
- La dilución o mezcla de residuos sólidos o peligrosos en cualquier líquido y su vertimiento al sistema de alcantarillado o sobre los suelos con o sin cubierta vegetal;
- La mezcla de residuos peligrosos con residuos sólidos;
- El transporte inadecuado de residuos sólidos; y

⁴⁵ "Ley Ambiental del Distrito Federal", publicada en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 13 de enero del 2000. México, se presenta un resumen de los artículos que tratan el tema de residuos sólidos en el Anexo 1.

- La mezcla de residuos no peligrosos con peligrosos, se considerará como un residuo peligroso.

2.3.6 Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal⁴⁶

La Ley tiene por objetivo regular la gestión integral de los residuos sólidos considerados como no peligrosos, así como la prestación del servicio público de limpia.

Esta Ley reglamenta el tratamiento de los residuos sólidos en el D.F, se establecen definiciones y se señala a los responsables directos, como son el Jefe de Gobierno que tiene la facultad de prestar el servicio público de limpia a través de las entidades, dependencias y órganos que al efecto le señale la Ley. Asimismo, la Ley establece los lineamientos de la gestión integral de los residuos sólidos, así como su aplicación.

La Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal es la encargada de integrar a la política ambiental las disposiciones complementarias a la ésta Ley de residuos sólidos.

La Secretaría de Obras y Servicios es responsable de planear, organizar, normar, controlar y vigilar la prestación del servicio público de limpia en sus etapas de barrido y recolección en vías primarias, transferencia, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos.

Las delegaciones del Distrito Federal entre sus atribuciones en materia mediambiental son encargadas de formular, ejecutar, vigilar y evaluar el programa delegacional de prestación del servicio público de limpia de su competencia, con base en los lineamientos establecidos en el Programa de Gestión Integral de los Residuos Sólidos; prestar el servicio público de limpia en sus etapas de barrido de las áreas comunes y vialidades secundarias, la recolección de los residuos sólidos, su transporte a las estaciones de transferencia, plantas de tratamiento y selección o a sitios de disposición final, de conformidad con las normas ambientales en la materia y los lineamientos que al efecto establezca la Secretaría de Obras y Servicios; erradicar la existencia de tiraderos clandestinos de los residuos sólidos y orientar a la población sobre las prácticas de separación en la fuente y aprovechamiento y valorización de los residuos sólidos, entre otras responsabilidades más.

⁴⁶ "Ley de Residuos Sólidos del distrito federal". México, D.F. Publicad en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 22 de abril de 2003. Se presenta un resumen de los artículos que tratan el tema de residuos sólidos en el Anexo 1.

La ley explica a detalle la reglamentación de los residuos sólidos en temas tales como : la prevención y minimización de la generación, clasificación, separación, servicio público de limpieza, el barrido y la recolección, la transferencia y tratamiento, la disposición final, el reciclaje, el composteo y la contaminación del suelo.

La Ley es muy completa en cuanto abarca todas las vertientes relacionadas a los residuos sólidos, pero falta comprender por qué no se aplica en la realidad.

Conclusiones

Una vez expuesto un breve recorrido por la legislación que existe con respecto al tratamiento de los residuos sólidos en México y el D.F.,⁴⁷ afirmamos que existe la reglamentación jurídicamente necesaria para que se procure un tratamiento adecuado y ambientalmente correcto del los residuos sólidos, al mismo tiempo se definen específicamente las responsabilidades que le confieren a cada sector de la sociedad lo mismo a sus representantes.

Entonces entre las causas de su incorrecta operación de dichos instrumentos se deberán buscar no en el ámbito jurídico, pues existen las leyes que abordan el tema, por lo que las debemos buscar en otros ámbitos tales como: la falta de información, administrativos, de corrupción, culturales, entre otros.

No podemos remediar el problema por completo, pero si tratar de abordarlo desde alguno de sus componentes, es decir, los residuos sólidos están compuestos por distintos elementos, residuos orgánicos, cartón, papel, vidrio, etc., que en su conjunto generan todos los problemas que conocemos.

En este trabajo de investigación nos concentraremos en los residuos orgánicos y su tratamiento adecuado que conlleve a disminuir el problema global de los residuos sólidos que se ha vuelto un tema de vital importancia en las últimas décadas.

⁴⁷ Si se quiere ver con más detalle remítase al Anexo 1

ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

3.1 Los residuos sólidos en algunos países seleccionados

Durante los últimos cincuenta años la población ha emigrado en un porcentaje significativo hacia las áreas urbanas, acelerando el crecimiento poblacional en lugares con limitaciones físicas y naturales, lo que ha llevado al colapso de los servicios básicos tales como el agua potable, la energía eléctrica, el drenaje, la limpieza urbana, entre otros, que son indispensables para las necesidades que requieren las ciudades, en términos de sus niveles de bienestar.

Ahora bien, considerando que la tendencia actual de la economía mundial es hacia una mayor integración y apertura, la cantidad de productos de bienes y servicios que se pueden intercambiar cada vez es mayor, dado los volúmenes de comercio internacional mundial, aunado al crecimiento de la población mundial han incrementado la cantidad de residuos que se producen.

El crecimiento de la población mundial ha concentrado un porcentaje significativo en las grandes ciudades por ejemplo en Alemania se concentra 87% del total de su población en las ciudades; en Argentina aproximadamente el 90% de su población es urbana; en Estados Unidos, el Reino Unido, Chile y México se concentra el 75, 89, 85 y 75% respectivamente de su población en las ciudades; otros casos se muestran en el anexo 2, la tendencia a nivel mundial es la concentración de la población en zonas urbanas.

La concentración de la población urbana fomenta la producción de enormes cantidades de residuos de origen doméstico, llegando a ocasionar un deterioro progresivo en la calidad de vida de las personas, generando daños sociales, económicos y ambientales como consecuencia de la producción y la inadecuada disposición de los mismos, llegando al extremo de ser considerado un problema de primer orden en todas las ciudades del mundo.

La producción de residuos sólidos en el mundo es muy alta, y la parte correspondiente a su origen doméstico es bastante considerable pues oscila entre el 80 y 90% respecto al total de los residuos. Para apreciar el problema en cifras tomaremos el ejemplo de Alemania, el Reino Unido y Estados Unidos, que tuvieron una producción de residuos sólidos equivalente a 36,976; 28,000; y 190,204 miles de toneladas respectivamente en el año de 1997 (INEGI, 1999), véase anexo 3, de las cuales el 96, 93 y 89% fueron producidas por los hogares, por lo que ante estas grandes cantidades de residuos tiene que fomentarse un manejo adecuado de los mismos.

Sobre lo anterior, es importante destacar que la Agenda 21 enfatiza que la mejor manera de abordar directamente el problema de los residuos sólidos en el mundo, consiste en un enfoque preventivo orientado a la modificación de estilos de vida y modalidades de producción y consumo.

En lo que se refiere al manejo y la disposición de los residuos producidos a nivel mundial existen distintas alternativas que se modifican de acuerdo con el nivel de desarrollo económico de las naciones, por ejemplo: en países en vías de desarrollo los métodos son menos refinados concentrándose básicamente en los tiraderos a cielo abierto y, en el mejor de los casos, algún relleno sanitario que en la mayoría de las veces no cumple con todas las características necesarias, esto debido básicamente a las limitaciones económicas. Por parte de los países desarrollados emplean métodos que requieren de inversiones cuantiosas como son las plantas de incineración con tendencia al aprovechamiento energético y que son una alternativa ante la falta de espacio para destinarse a los residuos, ya que debido a la sobrepoblación

los espacios territoriales pueden ser utilizados para otros fines más rentables como la creación de viviendas, negocios, etc.

En términos de cifras, podemos citar a Canadá, España, Estados Unidos y México, por mencionar algunos países en los que la cantidad de residuos que genera cada uno en un año,⁴⁸ medida en miles de toneladas es: 26578, 15307, 190204 y 29272 respectivamente (INEGI, 1999), véase anexo 4, y los diferentes destinos que tienen son a rellenos controlados, reciclaje, incineración, composteo y otros. En el caso de Canadá envía 19,568 miles ton/año a los rellenos controlados, 5,404 se reciclan, 1,030 se incineran y 576 se destinan a la fabricación de composta; España transfiere 11,758 miles ton/año a los rellenos controlados, 96 se reciclan, 705 se incineran y 2,394 se destinan a la fabricación de composta; Estados Unidos consigna 105,453 miles ton/año a los rellenos controlados, 41,740 se reciclan, 32,741 se incineran y 10,270 se destinan al composteo; finalmente México transfiere 10,269 miles ton/año a los rellenos controlados, recicla 219 y 18,783 tienen otro destino como por ejemplo tiraderos clandestinos en barrancas y terrenos baldíos una característica de los países en desarrollo.

El problema de los residuos sólidos municipales trasciende a nivel internacional y se agudiza al paso del tiempo; los países desarrollados ya han aplicado medidas para disminuir sus consecuencias no sólo en lo que se refiere a un tratamiento adecuado, sino en programas de producción más limpia con la utilización de insumos que dañen en menor medida al medio ambiente y puedan ser reutilizados o reciclados; al mismo tiempo se fomenta la educación ambiental en las escuelas para mejorar la conducta en cuanto al tratamiento de los residuos. Otro importante avance lo han hecho algunas organizaciones no gubernamentales que fomentan el consumo de productos amigables al medio ambiente. Ejemplos de medidas que se han tomado en algunos países las expondremos enseguida.

3.1.1 Medidas adoptadas en la actualidad por algunos países.

En el caso de **Alemania** los primeros esfuerzos se destinaron a mejorar la seguridad de los rellenos sanitarios y a perfeccionar las plantas de incineración de residuos sólidos, para que estas últimas trabajaran en forma más limpia. Sin embargo, se comprendió que la disposición no ofrecía seguridad

⁴⁸ El año al que se refiere es 1996, ya que en este año se encontró información para los cuatro países mencionados, en el caso de México más adelante se presentan cifras actuales.

alguna a largo plazo. De este modo se comenzó a discutir la incorporación en la gestión de residuos de formas sustentables de producción y consumo, creando la responsabilidad del productor en la industria y el comercio, y desarrollar una conducta de consumo orientada a la salud y el medio ambiente, así como, el desarrollo de un paradigma orientado al flujo de materiales en el marco de la economía de residuos sólidos. Los objetivos fueron: en primer lugar, de evitar la generación de residuos. Sólo cuando ello no es posible, reciclar los residuos. Y si el reciclaje tampoco es posible, depositar los residuos tras un tratamiento adecuado.

En 1996 se dictó la "Ley de Economía de Ciclo" (Borner & Klöpping, 2003), cuyo objetivo fue establecer las responsabilidades de la empresa para devolver los materiales auxiliares de producción al ciclo dentro de la misma empresa o a través de la cooperación entre diferentes empresas, procurando una producción limpia, y diseñar los productos de tal forma que no impliquen un peligro toxicológico para el medio ambiente y la salud humana. De este modo, se eliminó la separación existente entre la responsabilidad de la producción y de la eliminación de los residuos, es decir, quien produce los residuos también es el responsable de su eliminación. El objetivo final es lograr el reciclaje del total de los residuos domiciliarios en el año 2020 y cerrar los rellenos sanitarios para este tipo de residuos.

El hecho de que el fabricante siga siendo responsable incluso después de la venta del producto se basa en el principio de "quien contamina paga"; esta responsabilidad es regulada además en el marco del derecho de responsabilidad ambiental. Al mismo tiempo, se tiene en cuenta que el fabricante conoce mejor los posibles riesgos que implica su producción y sus productos, y que él mismo puede apreciar mejor las posibilidades de reciclaje.

En **Dinamarca** existe el pago para el tratamiento de los residuos domiciliarios, basado en el pago de un honorario por casa. Durante los años 90, 18 municipios daneses introdujeron el principio del "que contamina – paga" a los hogares, en un intento por prevenir la generación de residuos y aumentar el reciclaje. La iniciativa se basa en pesar el cubo de la basura al momento de vaciarlo. El camión de compactación de basura realiza esta operación automáticamente, y una placa electrónica especial en el cubo de basura lo identifica en forma electrónica. Los datos del peso se tabulan electrónicamente desde el camión al sistema de pago del honorario. El sistema genera entonces una cuenta individual para cada casa (EEA, 2003). En varios municipios, la separación en la fuente de la basura orgánica domiciliar se

ha introducido simultáneamente con el sistema de peso, y en algunos municipios el cobro para la basura orgánica es menor que el aplicado a la basura no separada.

Debido a que el pago por kilo sólo se aplica a la basura domiciliaria no separada, esto aumenta particularmente el reciclaje del vidrio y del papel y estimula la generación de composta en el hogar. El impuesto a la basura así como el pago de un honorario por kilo corre el riesgo de fomentar la disposición ilegal de los residuos pero no se registran demasiados casos de manejo ilegal.

La generación de basura domiciliaria en los municipios que aplican el sistema por peso es menos de la mitad que la generada en otros municipios. Aunque la cantidad de basura reciclada es mayor en los municipios que aplican el pago de un cobro por kilo, también se debe mencionar que en los municipios que no se aplica el cobro la generación total es en promedio 284 kilos mayor.

Los hogares en municipios que aplican el sistema pagan generalmente un honorario fijo que incluye los costos de la recolección y el reciclaje de vidrio, papel y cartón, estaciones de reciclaje, el manejo de los residuos peligrosos, etc., y cierto número de kilos libres por recolección, generalmente 5 kilos por 14 días. Además de esto, existe un pago si se exceden los kilos libres. El honorario total por casa es 150 a 230 euros por año (EEA, 2003), si consideramos un tipo de cambio de \$13.00 por \$1 euro, el equivalente sería de \$1,950.00 a 2,990.00 pesos por año.

Se puede decir que la introducción del sistema de pago con base en la cantidad de basura entregada ha reducido claramente la cantidad de basura domiciliaria mezclada y aumentado la basura recogida a través de esquemas de reciclaje.

En **España** fue aprobado en el 2000, el Plan Nacional de Residuos Urbanos 2000-2006, que tiene los siguientes objetivos: la clausura y sellado de todos los tiraderos incontrolados que existen en el país antes del año 2005; la construcción de estaciones de transferencia de residuos; la adaptación de las actuales instalaciones a la futura Directiva sobre tiraderos y el cierre de las plantas de incineración que no recuperen energía.

La implantación de la recolección selectiva en todos los municipios de más de 5,000 habitantes antes del 1º de enero del año 2001 y en los de más de 1,000 habitantes antes de enero del año 2006, mediante la

dotación de los contenedores adecuados hasta llegar al promedio de un contenedor por cada 500 habitantes (PNRU, 2000-2006).

Las previsiones del Plan Nacional de Residuos Urbanos son llegar a las siguientes proporciones de reciclado: 75% de reciclado de papel y cartón; 75% de vidrio; 40% de plástico; 90% de metales y 50% de otros materiales; en el horizonte de los años 2000-2006, plazo de vigencia del Plan Nacional de Residuos Urbanos.

En **Asia** una parte importante de los residuos sólidos generados en los centros urbanos asiáticos no es recolectada, pues se deposita en las aguas superficiales y lotes baldíos o bien, se quema en las calles. El problema ha empeorado en los últimos 30 años.

En general, los residuos recolectados se depositan en tiraderos a cielo bierto, muchos de los cuales no se operan de manera adecuada ni reciben el mantenimiento conveniente, constituyendo una amenaza grave para la salud pública. Sólo unas pocas ciudades asiáticas como Hong Kong, Singapur, Australia, Japón y Nueva Zelanda, cuentan con rellenos sanitarios adecuados para la eliminación de residuos sólidos. Los servicios de manejo de residuos se han privatizado en países como Japón, República de Corea, Malasia y Tailandia, medida que parece ser un medio efectivo para mejorarlo al tiempo que se generan más empleos (Perspectivas del Medio Ambiente Mundial, 1972-2002).

En contraste, otros países de esta región tienen problemas para manejar los crecientes volúmenes de residuos, a mediados de los años noventa la región de Metro Manila en Filipinas generó 6,300 toneladas de residuos sólidos diarios, pero sus tiraderos sólo tenían capacidad para un poco más de la mitad de esa cantidad (Perspectivas del Medio Ambiente Mundial, 1972-2002).

3.2 Los residuos sólidos en América Latina

Analizaremos el problema de los residuos sólidos concentrándonos únicamente en la región de América Latina y el Caribe (ALC), tratando de mostrar un panorama general de las condiciones en que se encuentra el tratamiento de los residuos sólidos en la región. Iniciaremos con el estudio de la situación que tiene la generación de los residuos sólidos, continuaremos con la composición y características de los mismos y, posteriormente, analizaremos la calidad de los servicios de limpieza urbana, finalmente

presentaremos algunos aspectos económico-financieros, así como los costos que representan estos servicios.

Como ya se mencionó anteriormente, la generación de residuos sólidos depende de la población y sus efectos se manifiestan en las ciudades donde se concentra la mayor parte de la población buscando mejores condiciones de vida. Según estadísticas de la ONU, ALC tenía 283 millones de habitantes en 1970 y 475 millones en 1995 (Acurio, 1997), véase anexo 5. Para el año 2000 se estimaba una población de 524 millones, y de 604 millones para el año 2010. Casi 80% de la población habita en los siete países más poblados de la región⁴⁹; en el año de 1975, la población urbana ascendía a 196 millones (61%) y en 1995 a 358 millones (74%). En un periodo de 20 años la población que requería servicios de limpieza urbana creció más de 80% (Acurio 1997), véase anexo 6.

Ante la creciente urbanización de ALC es muy importante el manejo de los residuos sólidos municipales, ya que de no ser así se puede generar un gran número de problemas tanto de salud como ambientales.

3.2.1 Generación de residuos sólidos

En lo que se refiere a la generación de residuos sólidos domiciliarios en América Latina y el Caribe, encontramos un rango que varía de 0.3 a 0.8 kg/hab/día; cuando a estos residuos domiciliarios se les agregan residuos como los de comercios, mercados, instituciones, pequeña industria, barrido y otros, esta cantidad se incrementa de 25 a 50%, o sea que la generación diaria es de 0.5 a 1.2 kg por habitante/día, siendo el promedio regional de 0.92 Kg/hab/día.

Los anexos 7, 8 y 9, muestran que en las áreas metropolitanas y ciudades de más de 2 millones de habitantes, en 16 ciudades, el promedio es de 0.97 kg/hab/día; en otras 16 ciudades grandes de 500,000 y 2 millones de habitantes ese promedio llega a 0.74 kg/hab/día; y en una muestra de 24 ciudades intermedias y pequeñas de menos de 500,000 habitantes, el promedio es de 0.55 kg/hab/día. Con el promedio adoptado de 0.92 kg/hab/día, se estimó que la población era de 360 millones para 1996 y producía 331,200 toneladas diarias de residuos sólidos municipales.

⁴⁹ Acurio, G.; Rossin, A.; Teixeira, P.F.; Zepeda, F. *Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe*. Washington D.C. BID: OPS/OMS. 1997. pp. 13

La referencia anterior sirve para confirmar que el tamaño de las ciudades y el ingreso per cápita son factores determinantes para que la generación de residuos sólidos por habitante se incremente. Según Acurio (1997), estima que en tanto los países de bajos ingresos generan entre 0.4 y 0.6 Kg/hab./día; en los de ingresos medios esta relación es de 0.5 y 0.9 Kg/hab./día; y, por último, los países de altos ingresos generan entre 0.7 y 1.8 Kg/hab./día.

3.2.2 Composición y características de los residuos

Algunos países de América Latina han realizado esfuerzos por cuantificar la composición y características de sus residuos sólidos, lo que puede servir por un lado para definir un indicador del ingreso medio familiar y del grado de consumo existente y, por otro, como una investigación para determinar el valor de rescate de los residuos para el reciclaje. La caracterización de los residuos también permite estimar el espacio e infraestructura requeridos para los rellenos sanitarios.

La materia orgánica contribuye con un alto porcentaje en el volumen de los residuos, entre 27 y 71%, mayor al porcentaje existente en los países desarrollados; por el contrario, los porcentajes de papel y cartón, metal y vidrio son inferiores; el porcentaje de los plásticos es muy similar ⁵⁰

Dos estudios realizados en Chile y en Costa Rica, con una diferencia de diez años en cuanto a su publicación, encuentran una gran disminución en el contenido porcentual de vidrio y un aumento considerable de plásticos (Acurio, 1997). Uno de los factores que puede ser la causa de este cambio es la sustitución de los envases de refrescos y otros productos embotellados que anteriormente eran de vidrio por envases de plástico.

Otra característica que hace diferente a los residuos sólidos de América Latina y el Caribe en relación a los de los países desarrollados son el mayor contenido de humedad (véase anexo 11), que varía de 50 a 61% y el mayor peso específico alcanza valores de 125 a 250 kg/m³ cuando se mide suelta. Se observan valores de 375 a 550 kg/m³ cuando está en el camión compactador y de 700 a 1,000 kg/m³ cuando se compacta en los rellenos sanitarios (Acurio, 1997).

3.2.3 Cobertura y calidad de los servicios

⁵⁰ Para un análisis detallado de la composición de los residuos sólidos véase el Anexo 10

El estudio de la cobertura y la calidad de los servicios de limpieza urbana nos permite conocer la situación que guardan los servicios prestados por el gobierno y, al mismo tiempo, conocer si realmente están operando de forma adecuada o se requieren cambios para un mejor funcionamiento; se puede abordar la forma en que se almacenan los residuos sólidos, para después ver la recolección de los mismos, el barrido de calles y áreas públicas, la existencia de estaciones de transferencia, la práctica del reciclaje, los rellenos sanitarios y los costos de recolección entre otros factores. Ahora veremos cada uno de estos elementos y su situación.

En lo referente al almacenamiento son pocas las ciudades que tienen un almacenamiento adecuado en los hogares, establecimientos comerciales, hospitales y otros puntos de gran generación. Las razones son varias: hasta muy recientemente no existía la legislación adecuada al respecto, esto debido a que el medio ambiente no es una de las prioridades de los gobiernos; otra causa es el comportamiento de los hogares, comercios, e instituciones que no tienen una conciencia para utilizar recipientes adecuados y con clasificación para el almacenamiento de los residuos. En muchos de los casos y principalmente en los hogares se utilizan bolsas, botes de plástico, botes de metal, cubetas, cajas de cartón, etc.; en los peores casos los residuos no se almacenan sino que son arrojados en barrancas, terrenos baldíos, en las calles etc., generando problemas en el ambiente y la salud.

En 1990, los servicios de limpieza urbana de la región comienzan a emplear recipientes de diferentes dimensiones. Pocas son las ciudades donde este servicio es de buena calidad, ya sea por falta de equipos adecuados para su transporte oportuno, porque los contenedores dificultan el ordenamiento urbano o sencillamente por falta de educación pública y vigilancia. En varias ciudades los contenedores se han convertido en recipientes sucios de basura, de mal aspecto, originando malos olores y proliferación de animales y roedores.

El Barrido de calles y áreas públicas se efectúa principalmente en las vías pavimentadas de intensa circulación peatonal. En la mayoría de las ciudades latinoamericanas el rendimiento del personal es de 1 a 2 km/día de calle (o sea 2 a 4 km de cuneta), se recogen de 30 a 90 kg de basura por kilómetro barrido y se requieren entre 0.4 y 0.8 barrenderos por cada 1,000 habitantes, dependiendo del apoyo del barrido mecánico, de la proporción de calles pavimentadas y no pavimentadas, del grado de dificultad del barrido y de la educación y cooperación de la comunidad, (Acurio, 1997), véase anexo 12.

La recolección en varias ciudades grandes de América Latina, como Buenos Aires, Santiago, Rosario, La Habana, México D.F., São Paulo, Río de Janeiro, Bogotá, Medellín, Cali, Montevideo, Brasilia y Caracas tienen una cobertura de 90 a 100% (Acurio, 1997). En Chile, 99% de la población urbana dispone de un servicio regular de recolección de RSM. Sin embargo, en muchas zonas metropolitanas como México, São Paulo y otros con un menor porcentaje de recolección no se incluye a las zonas marginadas ubicadas en áreas metropolitanas conurbadas.

La cobertura promedio de recolección es de 89% en las ciudades grandes y en las de menor tamaño es de 50 a 70%, véase anexo 13. La recolección ocupa 0.2 a 0.4 trabajadores por cada 1,000 habitantes dependiendo de la generación por habitante, la concentración de viviendas y el grado de dificultad de la ruta. En promedio cada trabajador recolecta 2 a 5 ton/jornada. El equipo más usado es el camión compactador con capacidad de 10 a 15 m³, realizando dos viajes de 4 a 8 toneladas por turno. Las zonas de alto y mediano ingreso están bien atendidas pero en las zonas marginales los servicios son deficientes, se les presta menos atención por la poca capacidad de pago de sus habitantes, por las difíciles condiciones topográficas, por el mal estado de las calles o por el carácter ilegal de los asentamientos.

Los costos de recolección varían de 15 a 40 dólares por tonelada, a un tipo de cambio de \$11.00 por \$1.00 dólar, el equivalente sería de \$165.00 a \$440.00 pesos que comparados con los países industrializados son inferiores, debido exclusivamente al bajo costo de la mano de obra latinoamericana en Estados Unidos alcanzan de 50 a 125 dólares⁵¹ en pesos \$550.00 a \$1375.00.

El rápido crecimiento urbano registrado en décadas pasadas ha provocado una expansión acelerada que hace cada vez más difícil localizar sitios adecuados para la disposición final, tanto por la oposición de los vecinos como por el costo de los terrenos. Las grandes distancias a los nuevos rellenos sanitarios ha obligado el uso creciente de estaciones de transferencia que permiten el acarreo de la basura en unidades de 40 a 60 m³ con costos unitarios más bajos. Se conoce la existencia de estaciones en Bolivia, Chile, Ecuador, Brasil, Argentina, Colombia, México, Perú y Venezuela. En Río de Janeiro, México, Caracas, Monterrey, Guadalajara y Buenos Aires, más de 50% de la basura recolectada pasa por

⁵¹ Este dato es para 1997.

estaciones. Los costos de estos servicios varían de 5.00 a 17.00 dólares por tonelada (a un tipo de cambio de \$11.00 por \$1.00 dólar, el equivalente sería de \$55.00 a \$187.00 pesos), según la distancia de acarreo. En los Estados Unidos fluctúan entre 15 y 25 dólares (Acurio, 1997), en pesos de \$165.00 a \$275.00.

La mayoría de las ciudades con más de un millón de habitantes cuenta con estaciones de transferencia que tienen diseños muy similares. Los camiones recolectores descargan la basura directamente en grandes remolcadores que transportan cargas grandes hasta la disposición final.

Los rellenos sanitarios son lugares donde se depositan finalmente los residuos aplicando técnicas apropiadas, en el anexo 13, que incluye 33 grandes ciudades, se observa que en cuanto a disposición final, en 57% de esas ciudades la basura va a rellenos sanitarios y en 29% a rellenos semicontrolados. Las instalaciones restantes no cumplen con las normas sanitarias y ambientales mínimas y pueden ser clasificadas como basureros a cielo abierto.

Si las 331,200 toneladas diarias de residuos urbanos que se producían en la región en 1996, hubieran sido llevados a los rellenos sanitarios, se habrían requerido 331,200m³ por día de espacio para depositarlos⁵². Esto da una idea de la demanda de terreno y la necesidad de planeación municipal a fin de obtener terrenos urbanos o suburbanos.

Debe aclararse que en la mayoría de los países de la región no se tratan los lixiviados y que estos se infiltran al subsuelo o se vierten a corrientes superficiales. Los nuevos diseños de rellenos sanitarios en varias ciudades ya están considerando el tratamiento como en el caso de algunas ciudades de Buenos Aires y el Distrito Federal en México. Otro aspecto que se empieza a prever es considerar en la tarifa un fondo para el cuidado ambiental del relleno después de su clausura.

El reciclaje se practica ampliamente en América Latina y el Caribe (ALC), los trabajadores del sector informal compran o reciben de puerta en puerta papel, cartón y botellas; los trabajadores del servicio de recolección seleccionan los productos reciclables de los residuos recibidos en su ruta; los pepenadores los seleccionan de los residuos depositados en el suelo de los tiraderos; y existen los compradores de

⁵² El espacio se calcula considerando que los residuos compactados tienen un peso específico de 1000 kg., por metro cúbico, cosa que realmente es muy poco probable que se cumpla, ya que los países de la región en muy pocos de los casos cuentan con la maquinaria adecuada que permite compactar los residuos en esos niveles, es decir se requeriría más espacio aún.

residuos de oficinas (papel y cartón) de industrias, etc., los cuales son parte del sistema de reciclaje. Uno de los factores importantes es la extrema pobreza que obliga a muchos a transformarse en pepenadores informales para sobrevivir. Se estima que en ALC el número de pepenadores supera las cien mil familias dedicadas a la recuperación de residuos sólidos.

Aunque existen varios agentes dedicados al reciclado, realmente las cantidades que se recuperan son muy pequeñas. No existen datos del reciclado en toda la región, pero se pueden mencionar algunos casos como son: Sao Paulo en Brasil que recupera el 0.4% del total de sus residuos; Chile con el 4% del total. Si se comparan los casos anteriores con los países desarrollados, las diferencias son considerables tal es el caso de Alemania que recicla el 23% de sus residuos, Canadá en 20%, Estados Unidos el 22% (Ver Anexo 4).

En lo que se refiere al mantenimiento de equipo e instalaciones de los servicios municipales de limpieza urbana, se puede decir, que son deficientes en toda la región; no se hace mantenimiento preventivo, los almacenes de partes y repuestos no existen; el trámite para la compra de suministros es burocrático; y es raro contar con fondos para la reposición de equipo. Para resolver este problema se ha tratado de contratar el servicio de mantenimiento privado o privatizar el servicio de limpieza urbana, pasando el mantenimiento a ser responsabilidad del concesionario o del contratista privado.

3.2.4 Aspectos económico-financieros

Los recursos municipales destinados a los servicios de limpieza urbana corresponden a las transferencias provenientes de los ingresos corrientes nacionales, federales y estatales; a los ingresos tributarios municipales tales como: impuestos industriales, comerciales, prediales; y a otros ingresos como tasas y tarifas por servicios públicos.

Los recursos nacionales y municipales están destinados a financiar inversiones, al pago de gastos corrientes y al pago de contratistas del sector privado por prestación de servicios de limpieza urbana. En general son limitados y sólo cubren los costos operativos, por lo que queda muy poco para las inversiones en instalaciones y equipo.

Por esta razón no es posible siquiera renovar los equipos de recolección y disposición final, y menos pretender ampliar las instalaciones y el equipo para cubrir las nuevas demandas que el crecimiento poblacional urbano exige. Por ello, si no hay recursos para invertir, la alternativa es la privatización de los servicios.

Los costos aproximados de los servicios en algunas ciudades de la región, fluctúan entre US\$4 (\$44.00 pesos) y US\$111 (\$1221.00 pesos) por tonelada. Los costos anuales por habitante fluctúan entre US\$13 (\$143.00 pesos) y US\$146 (\$1606.00 pesos), siendo los costos mayores en las ciudades pequeñas de Uruguay. En Trinidad y Tobago el costo anual del servicio de aseo alcanzó a 10.9 millones de dólares, los que fueron financiados por 1.3 millones provenientes de ingresos de los 3 rellenos y el saldo por transferencia del gobierno nacional. Las estimaciones en Brasil indican que el presupuesto que se destina a la atención del manejo de residuos sólidos municipales alcanza un promedio anual de US\$19 (\$209.00 pesos) por habitante atendido, véase anexo 14.

Los servicios de limpieza urbana no son autofinanciables en la mayoría de municipios de Venezuela, México, Perú, Costa Rica, Uruguay, Chile, Argentina, Trinidad y Tobago, y Brasil.

3.3 Los residuos sólidos municipales en la Ciudad de México

Los residuos sólidos municipales tienen un ciclo compuesto por diferentes etapas estrechamente vinculadas entre sí; que inicia con la producción de insumos de primera necesidad y bienes materiales que originan una cantidad considerable de residuos que junto con el barrido urbano, siguen el flujo de manejo tradicional que comprende las etapas de: almacenamiento, recolección, transferencia, tratamiento y disposición final. Cada una de estas etapas permite comprender una parte del problema, es por ello, que en este apartado explicaremos la situación que guardan las mismas en la Ciudad de México.

Antes debemos mencionar un factor que resulta crucial en la producción de residuos sólidos, que es la cantidad de habitantes con que cuenta. La Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), constituyendo uno de los conglomerados urbanos más grandes del mundo ya que su población de 18 millones aproximadamente (INEGI, 2000), sólo la superan Tokio (38 millones) y Sao Paulo (40 millones).

Esta área representa el 0.2% del territorio nacional y concentra a 17'786,983 habitantes⁵³ que representan casi la quinta parte de la población nacional.

La ZMVM ha presentado un índice de crecimiento mayor que el resto del país. Su población se incrementó de 1.7 millones en 1940, a 5.4 millones en 1960, 13 millones en 1980, 15.1 millones en 1990, 16.8 millones en 1995 y 17.8 millones en 2000 (véase anexo 15), equivalentes al 18.3% del total nacional; de esta población, 8'591,309 corresponden al área del D. F. y 9'195,674 al Estado de México. Población que demanda una gran cantidad de servicios y al mismo tiempo genera gran cantidad de residuos.

Pasaremos al estudio de los aspectos técnicos y operativos de la recolección de los residuos sólidos en la Ciudad de México, iniciando con el proceso de generación que nos muestra la cantidad total de residuos que se producen en la ciudad y, al mismo tiempo, nos servirá para estimar los espacios requeridos para su disposición; posteriormente, compararemos los resultados con las condiciones que predominan en la actualidad lo que nos permitirá conocer la situación en la que nos encontramos y definir si se requieren nuevas líneas de acción.

3.3.1 Generación

En el D.F. se generan 11,424 toneladas al día de residuos sólidos (DGSU,1997) véase anexo 16, datos más recientes estiman que esta cifra se ha elevado a 12,000 ton/día (SEDESOL, 2004), equivalentes a 4'380,000 toneladas anuales aproximadamente de residuos, si agregamos las 6,503.4 toneladas al día que se producen en la Zona Conurbana, véase anexo 17, la de los municipios⁵⁴, suma la cantidad total de 18,503.4 toneladas diarias de residuos.

En cuanto a la generación per cápita de residuos sólidos municipales (RSM) específicamente del D.F., podemos ver que para 1998, fue de aproximadamente 1.3 kg/hab/día, por habitante en el D.F.; actualmente, según estudios recientes, la generación por habitante llega a 1.4 Kg/hab/día en el Distrito Federal⁵⁵.

⁵³ Datos más recientes de CONAPO (www.conapo.gob.mx), mencionan que para 2005 la población del Distrito Federal alcanza los 8'814,797 habitantes y el Edo. de México 14'672,398 de habitantes que en conjunto suman 23'487,195 habitantes.

⁵⁴ Cabe aclarar que para este cálculo no se consideran los 34 municipios, sólo son 27 ya que en algunos no se encuentra la información disponible.

⁵⁵ SEDESOL "Situación Actual de Manejo de los Residuos Sólidos en México". México, D.F. 2004

Según la Dirección General de Servicios Urbanos (DGSU), véase anexo 18, hay 35 elementos que componen básicamente el grueso de residuos sólidos que se generan en el D. F., de los que el 37.7%⁵⁶ corresponden a residuos alimenticios, es decir, residuos orgánicos, que equivalen a 4,227 toneladas al día o 1'651,260 toneladas por año.

3.3.2 Barrido

El sistema de barrido en la ZMVM presenta una serie de variaciones en los diversos municipios y delegaciones políticas. En el D. F. se realiza en tres niveles de atención. El primer nivel se refiere a las calles secundarias que son atendidas por barrenderos que realizan, en algunos casos, recolección de residuos en casas-habitación y comercio, el rendimiento del personal va de 0.6 a 2.0 km/turno de calle, los costos del barrido varían de 12 a 18 pesos/Km. Enseguida los transfieren al camión recolector, al que deben pagar por este apoyo. Algunos trabajadores con carritos, por la cercanía a las estaciones de transferencia, acuden a descargar en forma directa.

El segundo nivel de atención lo representa el servicio manual que se ofrece en áreas turísticas, comerciales o de esparcimiento. En estos dos primeros niveles la prestación del servicio se hace a través de las delegaciones políticas.

El tercer nivel se realiza en la red vial primaria, cuyo servicio se apoya en la utilización del barrido mecánico, el rendimiento promedio por barredora es de 8 km/barredora/turno, y además cuenta con barrido manual, el que es auxiliado por vehículos tipo volteo para la transferencia de residuos. Esta actividad se lleva a cabo en horario nocturno y es coordinada por la Dirección General de Servicios Urbanos (DGSU)⁵⁷.

El sistema de barrido de calles y aceras siempre ha sido una tarea compartida por la autoridad y los ciudadanos. Con el tiempo, la participación comunitaria ha ido disminuyendo y en la actualidad es una actividad ciudadana en grave peligro de extinción, ya que las familias por lo general no se preocupan por realizar estas actividades, lo cual puede responder a los ritmos de vida que han cambiado y los

⁵⁶ Podríamos sumar los residuos de jardinería que también son orgánicos y representan el 3.18%, acumulando un total de 41% aproximadamente.

⁵⁷ Una limitación por la que atraviesan los gobiernos municipales y delegacionales, es la imposibilidad de contar con equipo mecánico para la prestación del servicio. El costo es de aproximadamente US\$150,000 por barredora (en pesos a un tipo de cambio de \$11.00 por \$1 dólar serían 1'650,000 pesos). Además, los gastos de mantenimiento son elevados ya que requieren mano de obra especializada y repuestos importados. La falta de programas de mantenimiento de las unidades mecánicas de los SAU ocasiona déficit al sistema. Por lo regular el mantenimiento es correctivo, y se efectúa una vez que la unidad se ha dañado. Por supuesto, esta situación eleva los costos de operación y disminuye la vida útil de las unidades.

individuos tienen que salir muy temprano para realizar sus actividades laborales; las personas que permanecen en los domicilios, por lo general, son las amas de casa, quienes al cumplir con las labores del hogar, llevar a los niños a la escuela etc., no contemplan un espacio para la limpieza de la acera de su casa, también es claro que predomina un sentimiento de falta de cooperación ya que muchas personas deciden no barrer debido a que otras personas van a ensuciar y no tienen el respeto ni el cuidado de conservar los lugares limpios.

3.3.3 Sistemas de recolección

La función de los sistemas de recolección es recorrer las fuentes generadoras de residuos sólidos para recogerlos y transportarlos a los sistemas de transferencia, tratamiento o disposición final.

La recolección se realiza utilizando vehículos de volteo y contenedores, algunos de los vehículos cuentan con sistemas de compactación que permiten recolectar un mayor volumen de residuos.

Por lo general, los vehículos de recolección en la ZMVM ya han rebasado su vida útil y tecnológica. Esta situación origina que parte importante del parque vehicular requiera reparación en forma continua, circunstancia que agrava la eficiencia del servicio. A esto se suman la falta de presupuesto para el mantenimiento de las unidades y la carencia de programas específicos de mantenimiento preventivo. En las Delegaciones del D.F. existe un total de 2011 vehículos recolectores (Anuario Estadístico del D.F., 1999), véase anexo 19, de los cuales más del 50% superan los 15 años de antigüedad y es muy probable que su vida útil sea muy corta.

La cuadrilla de recolección, en la mayoría de los casos, está compuesta por un chofer y dos peones, adicionalmente se cuenta con dos o más voluntarios quienes se dedican a la pepena de materiales reciclables en la ruta. Entre los materiales reciclables, los más comunes son cartón, papel, botellas de vidrio, colchones, latas de aluminio y algunos otros metales. La cuadrilla de recolección cuando termina su ruta o se llena el vehículo, en camino a la estación de transferencia, tratamiento o disposición final, se desvían para vender los subproductos recuperados. Esta circunstancia, además de los trabajos de pepena en el vehículo de recolección, causa un impacto negativo en la eficiencia del sistema de recolección.

Es importante señalar que la mayoría de los municipios y las delegaciones políticas carecen de una planeación adecuada. No hay un buen diseño de rutas, señalización de lugares y horarios de recolección. Los servicios que se prestan a particulares, tanto en ruta como fuera de ella, dan lugar a una excesiva pérdida de tiempo y afectan a la población en forma negativa.

Finalmente diremos que los costos de recolección varían de \$160.00 a \$ 250.00 por tonelada, dependiendo de la densidad de la población, la cantidad recolectada, el estado de los camiones y las rutas de recolección⁵⁸.

3.3.4 Unidades de transferencia

La transferencia de residuos sólidos, se lleva a cabo en 13 estaciones que se encuentran distribuidas estratégicamente en el territorio del D.F., véase cuadro 3.1. La cobertura de atención asciende a 8.500 ton/día. Si en las estaciones no hay capacidad suficiente, el resto se hace llegar directamente a los sitios de disposición final; debido a su ubicación dentro de la ciudad, incorporan medidas que se orientan a mitigar el impacto ecológico y vial, y a evitar afectar al entorno urbano en general. Las estaciones controlan procesos desde la construcción hasta la operación diaria, asimismo controlan el desprendimiento de polvo, malos olores, ruidos, fauna nociva, congestión de tránsito y el deterioro de la imagen urbana.

Cuadro 3.1
Ubicación de estaciones de transferencia en el D.F

No.	Delegación	No.	Delegación
1	Álvaro Obregón	8	Iztapalapa II
2	Azcapotzalco	9	Miguel Hidalgo
3	Benito Juárez	10	Milpa Alta
4	Coyoacán	11	Tlalpan
5	Cuauhtémoc	12	Venustiano Carranza
6	Gustavo A. Madero	13	Xochimilco
7	Iztapalapa I		

Fuente: GDF. Secretaría de Obras y Servicios, Dirección General de Servicios Urbanos

En las estaciones de transferencia se instalaron filtros para depuración del aire con la finalidad de captar el polvo o partículas que se desprenden durante la operación; mecanismos de aspersión de agua en la zona de la tolva de descarga, áreas verdes, zona de encolamiento, muros y techumbres multipanel para control del ruido y murales ecológicos como barreras visuales.

⁵⁸ SEDESOL (2004), op. cit. pp. 21

Los vehículos utilizados para el transporte de residuos provenientes de las estaciones de transferencia son trailers de gran tamaño con una capacidad de 70 m³. Para el sistema de la ZMVM, la caja es abierta en su totalidad; ventaja que representa el poder descargar simultáneamente cuatro vehículos de recolección con el consecuente abatimiento del tiempo de atención a recolectores. Los costos varían de \$40.00 hasta \$90.00 pesos por tonelada.

Cabe agregar que ninguna de las estaciones de transferencia cuenta con báscula, por lo que las cantidades de residuos que entran y salen se calculan a partir del número de vehículos registrados y de su capacidad.

3.3.5 Tratamiento

En el D.F., a partir de 1994, se incorporó un sistema mecanizado de selección de residuos con valor económico con el propósito de reutilizarlos y disminuir los volúmenes a disponer en los rellenos sanitarios. Se construyeron y pusieron en operación tres Plantas de Selección y Aprovechamiento de Residuos Sólidos, con capacidad para procesar 4,500 ton/día en conjunto. Una de ellas se localiza en el Ex-Lago de Texcoco, en los terrenos del relleno sanitario Bordo Poniente. Otra, en la Delegación Gustavo A. Madero, identificada como San Juan de Aragón. La tercera, en el sitio de disposición final denominado Santa Catarina. A mediados de 1997, por ampliaciones efectuadas, la capacidad instalada llegó a 5,500 ton/día. Esto no quiere decir, que las plantas se utilicen a su máxima capacidad siempre, de hecho sólo ingresan 4,838 toneladas diarias en total (véase cuadro 3.2), a las tres plantas de las cuales se recupera alrededor de un 5.3% de subproductos reciclables, como: cartón, papel, plástico, vidrio, trapos, materiales ferrosos y no ferrosos, cuero, hueso y materiales voluminosos, entre otros.

Cuadro 3.2
Cantidad recuperada anual y proporciones en 1997

	Bordo Poniente	San Juan de Aragón	Santa Catarina	Total
Cantidad anual que ingresa	609,973.77	700,470.05	455,438.30	1,765,882.12
Cantidad recuperada anual	32,040.05	30,646.21	30,169.24	92,855.50
Tasa de recuperación (%)	5.3	4.4	6.6	5.3

Se refiere a toneladas anuales

Fuente: Tomado de: "Estudio sobre el manejo de residuos sólidos para la ciudad de México" JICA, 1999.

El mantenimiento de equipos e instalaciones, la recepción de residuos y la operación general de cada planta es obligación de la Dirección General de Servicios Urbanos del Gobierno del Distrito Federal

(DGSUGDF), las ganancias generadas por la recuperación y venta queda en manos de los líderes, quienes a su vez utilizan parte de ellas para el pago a destajo del trabajo de sus agremiados; ellos no reportan sus ingresos por ventas al gobierno, pero se estima que ingresan alrededor de 65.5 millones de pesos anuales aproximadamente⁵⁹, estos ingresos son producto del 5.3% de los productos que se recuperan, si se lograra ampliar la recuperación en cuatro veces, los ingresos serían bastante considerables en lugar de representar únicamente gastos para el Gobierno del Distrito Federal, ya que el costo de mantenimiento de las plantas de selección oscila entre 80 y 100 millones de pesos al año, de los cuales no se recupera nada⁶⁰.

3.3.6 Disposición final

La disposición final de residuos sólidos municipales se realiza en rellenos sanitarios, rellenos controlados y tiraderos a cielo abierto.

El D.F. en la actualidad utiliza el relleno sanitario Bordo Poniente que recibe en promedio 12,000 ton/día (Sedesol, 2004). Este basurero fue abierto en 1985, y para 1990 se convino ampliar la superficie de 98 a 268 hectáreas en una segunda y tercera etapas, en 1992 se acordó una cuarta etapa con mil hectáreas para construir, incluso, plantas de tratamiento. Se consideraba que éste relleno tendría una vida útil hasta el año 2005, pero a pesar de los riesgos que pueden existir, las autoridades capitalinas (SEMARNAT) anunciaron la ampliación de la vida útil del basurero Bordo Poniente hasta el 2007, es decir, en el sitio se podrá seguir depositando basura, hasta conseguir una altura total de 15 metros, cuyo depósito hoy mide casi ocho metros, sin afectar los sistemas hidráulicos de los alrededores, como el del Ex lago de Texcoco, ni los acuíferos.⁶¹

Tomar una decisión de esa magnitud puede traer graves daños al medio ambiente y a los habitantes de los alrededores, ya que la acumulación de residuos en el relleno sanitario implica la posibilidad de que se rompa el piso y, con él, la membrana que sirve para proteger los mantos acuíferos, además el tener una

⁵⁹ Miriam Castillo Moya. "Rechaza PAOT ampliar relleno sanitario como propone López". Artículo, *La Crónica de Hoy*. México.D.F. Viernes 9 Julio, 2004. fuente de Internet: http://www.martha.org.mx/temasagenda/c_basura.htm

⁶⁰ Ibidem.

⁶¹ Mariana Viayra Ramírez, "El GDF echa 2° piso de basura al Bordo Poniente" Artículo, *La Crónica*. México, D.F. 03 de agosto de 2004. fuente de internet <http://www.cronica.com.mx/nota.php?idc=137333>

especie de "montaña" o "pirámide artificial" de basura a cielo abierto, como la mayoría de los rellenos sanitarios, es un peligro para la salud de la población.

Una limitante es que el relleno está en una zona de acuíferos subterráneos con posible riesgo de hundimiento y que se mezclen los residuos con los mantos acuíferos contaminándose, además es una zona donde habitan más de tres millones de personas de los municipios de Nezahualcóyotl, Ecatepec, Chimalhuacán y la delegación Gustavo A. Madero.

El problema puede ser grave como menciona el delegado de la Profepa en el D.F., Roberto Remes, quien rechaza la posibilidad de una ampliación del relleno, comentando que "estamos hablando de que cada metro cuadrado tiene encima 16 toneladas de basura, lo cual implica una deformación del piso y rompimiento de la membrana que protege al relleno". La altura del mismo es de ocho metros y eso no permitiría una ampliación. De hecho, el relleno presenta un serio hundimiento "tiene una altura de dos metros, lo que significa un hundimiento natural de seis metros debido al peso de la misma basura"⁶².

Finalmente, podemos decir que existe una gran cantidad de tiraderos clandestinos en toda la ZMVM, donde van a parar el 13% del total de residuos generados. La mayoría de las veces estos sitios surgen de dos fuentes. La primera es producida por los recolectores privados de residuos o cascajos domiciliarios. La otra surge en zonas donde el sistema de recolección es deficiente y los residuos son depositados en barrancas o lotes baldíos.

3.3.7 Costos del manejo de residuos sólidos

Una vez que hemos estudiado los aspectos técnicos y operativos de la recolección de los residuos sólidos en la Ciudad de México, debemos mencionar los costos que representan todos estos servicios para la sociedad considerando que cualquier medida que se decida instrumentar, y que permita la reducción del volumen de residuos, inmediatamente tendrá un efecto positivo en cuanto a los recursos destinados por el gobierno para estos fines.

Los costos del servicio se encuentran conformados por la inversión de capital que corresponde a las plantas de reciclaje, estaciones de transferencia y los sitios de disposición final, a éstos se agregan los

⁶² Miriam Castillo Moya. "Rechaza PAOT ampliar relleno sanitario como propone López". Artículo, *La Crónica de Hoy*. México D.F. Viernes 9 Julio, 2004 http://www.martha.org.mx/temasagenda/c_basura.htm

costos recurrentes que serían aquéllos que se requieren para que se realice la recolección, el funcionamiento de las estaciones de transferencia, las plantas de reciclaje, los sitios de disposición final, la disposición de tiraderos clandestinos y la limpieza de vías principales, asimismo se pueden considerar las propinas, que también son un costo, y con ello se podría estimar el costo promedio anual por tonelada de residuos generados.

Según una estimación hecha por la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) se consideraron estos componentes, llegando a dos alternativas de costos; la primera, no incluía los costos por limpieza de tiraderos clandestinos y de vías principales, el resultado fue de \$82.6 dólares por tonelada al año, véase anexo 20, que convertido a pesos mexicanos, a un tipo de cambio de \$11.00, sería igual a \$908.60 pesos por tonelada; la segunda alternativa incluía todos los costos posibles y el resultado fue de \$107.5 dólares que en pesos sería igual a \$1,182.50 pesos por tonelada. Como se sabe que en el D. F., se producen 12, 000 toneladas al día (SEDESOL, 2004), traducido en costos sería algo así como \$14'190,000 pesos diarios que es lo que le costaría a la sociedad el manejo de sus residuos sólidos y, al mismo tiempo, sirve para demostrar que una reducción de la cantidad de residuos es necesaria.

Otra alternativa de costos para el D.F., la presenta SEDESOL (2004), en donde menciona que los costos de recolección son de \$250.00 \$/ton, de transferencia \$90.00 \$/ton y la disposición final \$40.00 \$/ton⁶³, la suma total es de \$380.00 \$/ton que multiplicada por las 12,000 toneladas al día que se producen dan como resultado \$4'560,000.00 pesos diarios. Es una cantidad muy inferior a la estimada anteriormente pero el número de elementos considerados es menor, de cualquier forma 4.5 millones de \$/día es una suma considerable.

De acuerdo con cifras oficiales del Gobierno del Distrito Federal⁶⁴ nos indican que el manejo de los residuos sólidos ocupa una parte importante de nuestros impuestos; la recolección y la disposición final representan elevados costos para los gobiernos que administran nuestras aportaciones. El Gobierno del Distrito Federal y las delegaciones gastan alrededor de 1,500 millones de pesos al año en la atención de estos servicios.

⁶³ SEDESOL, (2004), op. cit. pp. 20-23

⁶⁴ Pagina oficial del Gobierno del Distrito Federal, referencia de internet: <http://www.df.gob.mx/ciudad/residuos/residuos01.html>

Algunos factores que pueden influir de manera importante en los costos y que no son considerados se presentan en la práctica de pre-pepena en los camiones recolectores. Estos vehículos tienen una capacidad promedio de carga de siete toneladas si la basura se compacta de acuerdo a su esquema operativo. Sin embargo, con miras a vender algunos residuos recuperables en las estaciones de transferencia y otros puntos durante la recolección, los operadores del vehículo no compactan la basura, lo cual disminuye la capacidad operativa del camión en un 30% en cada viaje. Esto trae como consecuencia un incremento similar de recorridos con el consiguiente aumento en gastos de combustible, lubricantes, neumáticos, etc. Estos gastos son asumidos por la administración del servicio para que los operadores logren un beneficio personal adicional a su salario. Asimismo, considerando los valores actualizados de los gastos operativos anuales de un vehículo recolector, este incremento del 30% del recorrido significa 33,517 pesos anuales por vehículo (US\$ 4,263, dólares de 1997). Estos montos para el parque vehicular del D.F. representarían 67.2 millones de pesos anuales.

Otra ineficiencia asociada a las actividades de pre-pepena se produce por la disminución de kilómetros al día que atiende un barrendero. El barrendero dedica parte de su tiempo laborable a la recolección de basura en domicilios para obtener propinas e incrementar sus ingresos. Se ha estimado que invierte el 50% de sus horas de trabajo.

Conclusiones

El análisis que nos precede intenta demostrar que el fenómeno de los residuos sólidos es un asunto de importancia vital y mundial, y que se están tomando medidas urgentes para tratar de controlarlo habiéndose de que no se puede solucionar a corto plazo, sino que se requieren programas de corto, mediano y largo plazo.

En este estudio se aborda el problema de manera particular para el Distrito Federal, y se puede comprobar que los mecanismos de manejo y disposición que se aplican en la Ciudad no ayudan a reducir el problema, al contrario, se agudiza en el corto plazo, dado que los espacios para la disposición final se están saturando y es difícil encontrar nuevos lugares que cumplan con los requerimientos legales en donde sea posible depositar los residuos y el volumen de los mismos sigue aumentando. Aunque se han

intentado aplicar programas de reciclaje las condiciones generales del manejo de residuos no muestran el alcance necesario.

Otro aspecto que vale la pena comentar son las medidas que se están tomando en Alemania, Dinamarca, España y Asia, que difieren un poco, pero todas ellas tienen la misma finalidad: reducir al máximo la producción de residuos sólidos, algunas de ellas consisten en la privatización de los servicios, otras la aplicación de cuotas, otras más fomentan la separación y el reciclado; la más completa es la que aplica Alemania que consiste en la economía de ciclo y se encuentra sustentada en el principio "del que contamina paga". Medidas que resultan muy interesantes y sobretodo permiten evaluar su desarrollo y su posible aplicación bajo las características particulares en nuestro país.

Con el análisis de la situación de los residuos sólidos en la Ciudad de México y sus efectos ambientales y en la salud que se pueden generar en los seres humanos y otras especies, por las grandes cantidades de residuos que se tienen que manejar y disponer diariamente, se puede decir que existe la evidencia suficiente para afirmar que se tienen que tomar medidas urgentes en cuanto al manejo, tratamiento y disposición de los residuos sólidos en el D.F., y una de ellas es la de separar los residuos y fomentar su aprovechamiento como la elaboración de composta o producción de biogás para reducir la cantidad total de residuos y al mismo tiempo con esa disminución se reducirá de forma importante la producción de líquidos lixiviados y la liberación a la atmósfera de gases como el metano que se forma con la descomposición de los residuos.

Capítulo

4

PROPUESTAS PARA REDUCIR LOS RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS EN LA CIUDAD DE MÉXICO

Hemos observado, a lo largo de la investigación, que el volumen de residuos sólidos que se genera al año en la Ciudad de México es de 4'380,000 toneladas, equivalentes a 12,000 toneladas diarias⁶⁵.

Para tener una idea en términos más tangibles, podemos decir que una tonelada de basura sin compactar requiere de 3 metros cúbicos para ser almacenada. Por ejemplo: el Palacio de Bellas Artes tiene un volumen de 175, 776 m³, el Estadio Azteca 1'000,000m³ y la Pirámide del Sol de Teotihuacan de 1'898,437m³ ⁶⁶. Las 4'380,000 toneladas de residuos que se producen al año en el D.F., expresadas en metros cúbicos serían igual a 13'140,000m³.

Lo anterior quiere decir que con los residuos que se generan en el D.F. cada año se podrían formar 67Pirámides del Sol, 13 estadios Azteca ó 75 Palacios de Bellas Artes por año, si lo imaginamos a cinco años únicamente

⁶⁵ Cifras mencionadas por Semarnat y Sedesol.

⁶⁶ Lesur, Luis. *Manual del Manejo de la Basura*. México D.F. Ed. Trillas. 1998, reimpresión 2001.pp. 14

resulta alarmante el pensar en monumentos de estas dimensiones hechos de residuos sólidos, sin considerar que hay una tendencia de crecimiento de 3% anual en la generación de residuos.

Respecto a las autoridades que compete la gestión de los residuos, han mostrado alguna preocupación por este problema; en términos jurídicos existen las leyes que definen las condiciones en que se deben manejar los residuos sólidos, así como las penalidades correspondientes, sin embargo dichas leyes no son aún aplicadas en su totalidad y la problemática de los residuos sólidos sigue aumentando.

Una de las propuestas más importantes para iniciar un manejo integral de los residuos sólidos es la separación de los residuos en el origen, es decir, en los domicilios, se pretende en un principio hacer la separación en orgánicos e inorgánicos, existen algunas colonias que se han utilizado como pruebas piloto en 70 de las 1700 que existen en el D.F. Sin embargo, este mecanismo no se ha generalizado a toda la población ya que existen algunas deficiencias tanto de infraestructura como de índole social y político.

Bajo un escenario positivo, consideramos que en el corto plazo la sociedad se verá forzada a cumplir con la Ley, por lo que los residuos serán entregados por separado en proporciones cada vez mayores. Por lo anterior se plantea como necesario un plan de manejo integral como lo indica la Ley para la Prevención y Gestión Integral de Residuos que permita el aprovechamiento de los residuos sólidos separados; en lo que se refiere a los residuos inorgánicos aunque deben ampliarse los mercados de comercialización, de alguna manera ya existen programas de reutilización, principalmente en lo que se refiere a: cartón, papel, vidrio y metal, que ya se reciclan aunque en proporciones aún no significantes subsistiendo también el problema de que los residuos se recolectan mezclados, por lo que la separación implica fuertes inversiones, haciendo poco atractivos estos recursos. Sin embargo, con la separación en su origen el volumen de los residuos reciclados aumentará, con lo cual se reducirá la cantidad total.

Inclusive las fuentes de empleo pueden ser de proporciones considerables, tal es el caso de Alemania que descubrió en 1999 que la industria nacional de reciclaje y gestión de residuos empleaba alrededor de 150,000 personas, con una ganancia anual de entre 80 y 100 billones de marcos. Otro caso, fue un estudio realizado en Estados Unidos en el que se encontró que la cantidad de empleos en la industria del reciclaje y reuso es mayor a los que se generan en la industria de automóviles y la minería. En Estados Unidos existen 56,061 establecimientos de reciclaje y reuso que emplean aproximadamente 1.1 millones de personas, generando ganancias anuales de 236 mil millones de dólares y pagando 37 millones de dólares anuales en salarios (Greenpeace, 2003).

En lo que se refiere a los residuos orgánicos domiciliarios, aun no existe un proyecto formal que considere su utilización a futuro por lo que nos interesa proponer que se considere un tratamiento para la cantidad de residuos orgánicos que se recolectarán en el corto plazo y que pueden ayudar a disminuir de forma considerable los residuos totales dispuestos en los rellenos sanitarios recordando que las estimaciones existentes (JICA 1999, SEMARNAT y SEDESOL) consideran que éstos representan entre el 40 y 50% de los residuos sólidos que se generan en el D.F. Cabe aclarar que existen varias delegaciones que producen composta en cantidades pequeñas y básicamente de residuos de jardinería y poda.

Nuestra propuesta sugiere la producción de composta con residuos orgánicos domiciliarios y a escala industrial, considerando que se pueden obtener beneficios económicos y ambientales. También se plantea una segunda alternativa que se refiere a la utilización del Biogás que se produce en los rellenos sanitarios, en donde de alguna forma se encuentran depositados una gran cantidad de residuos que ya no pueden ser trasladados a otros lugares, los beneficios económicos y ambientales pueden ser satisfactorios ya que se reduce en gran medida el efecto invernadero, como lo veremos más adelante.

Para probar que la propuesta de producción de composta es viable se presentan los casos de la Coordinación de Áreas Verdes de la Universidad Nacional Autónoma de México y de la Delegación Álvaro Obregón. En lo que se refiere al Biogás el proyecto que se ha podido concretar lo encontramos en la Ciudad de Monterrey con resultados bastante atractivos.

4.1 Aprovechamiento del Biogás de los rellenos sanitarios: El caso de la Ciudad de Monterrey

Iniciaremos con la definición de lo que debemos entender por producción de biogás, a la cual se le denomina también digestión anaeróbica, que es la degradación de la materia orgánica en ausencia de oxígeno, este proceso ocurre de manera natural en el fondo de lagos o pantanos, en suelos compactados y anegados, esto también se observa en lagunas de desechos creadas por el hombre al igual que en rellenos sanitarios. Históricamente la digestión anaeróbica ha sido utilizada como una forma más de reducir nuestros residuos orgánicos, al mismo tiempo como este proceso produce en forma importante biogás, no

sólo se está considerando como un sistema de degradación de materia orgánica, sino como un sistema productor de un combustible alterno.⁶⁷

El caso particular del proyecto de Monterrey se refiere a la utilización del gas metano del biogás generado por la parte orgánica de los residuos sólidos para la producción de energía eléctrica. El proyecto inició en el año de 1999 con el apoyo del Banco Mundial, por considerarlo dentro del Protocolo de Kyoto que fomenta la disminución de los gases de efecto invernadero en el mundo. El proyecto tuvo un costo de 13.25 millones de dólares y fue financiado con una donación de 6.29 millones del Banco Mundial, y el resto con recursos de la iniciativa privada.

El proyecto con una capacidad instalada de 7 megawatts de energía eléctrica, que se utilizan en el alumbrado público y para bombear agua potable en la Zona de Monterrey, inició sus operaciones en abril de 2003.

Los beneficios ambientales se deben al aprovechamiento del biogás que se genera en los rellenos por la descomposición de la parte orgánica. Estos gases están formados principalmente por dióxido de carbono (CO₂), Nitrógeno (N₂) y metano (CH₄), y forman parte de los gases de efecto invernadero. En particular, el metano tiene 21 veces más poder de retención de calor que el dióxido de carbono, así que resulta ser más agresivo al ambiente. Se estima que con éste proyecto habrá una reducción en la emisión de contaminantes hacia el ambiente, equivalente a un millón de toneladas de dióxido de carbono⁶⁸.

Es indudable que existen beneficios económicos, el primero de ellos se encuentra en el precio de producción de energía, es más barata alcanzando los US\$0.12/kWh (en pesos a \$11.00 x \$1.00 dólar sería 1.32 pesos), a diferencia del precio que cobra la Comisión Federal de Electricidad (CFE) estatal que es de US\$0.14/kWh (\$1.54 pesos). El proyecto ofrece ganancias en cuanto al suministro de energía eléctrica. El consumidor de estos servicios es el propio gobierno municipal y, de alguna manera, el pago de los servicios se encuentra respaldado. Otro de los beneficios que se pueden percibir es la generación de empleos, ya que se necesita personal que realice las actividades correspondientes a la producción de energía; los

⁶⁷ Página de Internet de la Coordinación de áreas verdes y forestación: planta de composta de la Universidad Nacional Autónoma de México. Fuente: <http://www.obras.unam.mx/composta/composta.html>

⁶⁸ SEDESOL (2004). op. cit. pp 27.

beneficios económicos secundarios o indirectos son el consumo de bienes y servicios requeridos para iniciar el proyecto y para que éste siga funcionando.

El caso de la Ciudad de Monterrey es un claro ejemplo de que la utilización del biogás es una alternativa viable, ya que dada la gran cantidad de residuos de origen orgánico que se generan en la Ciudad de México y que ha sido depositada por años en rellenos controlados y sanitarios, puede ser considerada porque ayuda a disminuir los gases de efecto invernadero.

A nivel internacional, se cuenta con la aplicación de estímulos a países y a empresas que reduzcan sus emisiones que afecten el cambio climático global. Entre los beneficios que se otorgan se refieren a la compra de los denominados bonos de carbón para proyectos que evitan la generación de los gases de efecto invernadero, en equivalentes de bióxido de carbono y cuyos costos por tonelada de dióxido de carbono que se dejan de emitir a la atmósfera, recibe un apoyo de 4 a 6 dólares, aproximadamente \$44.00 a \$66.00 pesos (a un tipo de cambio de \$11.00 x \$1.00 dólar).

Finalmente, mencionaremos algunos usos que se le han dado al biogás: a. como biocombustible. En las ciudades de Stockholm, Trollhattan, Linkoping y Uppsala de Suecia se realizó un programa de sustitución de diesel por biogás para mover transporte público encontrando que un autobús que deja de usar diesel produce al año 1.2 toneladas menos de óxidos nitrosos y 30 toneladas menos de dióxido de carbono, este proyecto resultó tan exitoso que en la ciudad de Linkoping (en 1999), se construyó una planta procesadora de lodos y generadora de biogás para alimentar a 40 autobuses y 30 automóviles, algo parecido a lo que se dio en la ciudad de Trollhattan; b. Producción de energía eléctrica. En Colombia en el municipio de Jamundi se realizó un proyecto de sustitución de energía eléctrica generada por motores diesel, alimentados unos con diesel y otros adaptados para utilizar biogás producido en biodigestores de plástico, resultando un ahorro del 40 % en el costo del kWh al compararlo con respecto al diesel; c. Uso en la cocina. El uso más común que se le ha dado al biogás es el de biocombustible doméstico, ya sea como sustituto del gas butano, LP u otro, que comúnmente se utiliza en los hogares, mediante la biodigestión anaeróbica de estiércol animal residuos orgánicos, agrícolas; aunque aún tiene un uso más extenso el quemar directamente el estiércol seco.

Al respecto, será necesario hacer los estudios de factibilidad y realizar los proyectos correspondientes, pero no cabe duda que puede considerarse como una alternativa viable para el caso de Bordo Poniente, sobretodo en las fases I a IV que han sido completadas y también en los demás rellenos sanitarios que han sido clausurados, como el de Santa Catarina, San Juan de Aragón y otros más. Existe un relleno sanitario en Tlanepantla Estado de México de carácter privado que está a punto de poner en marcha un proyecto de aprovechamiento del biogás para la generación de energía, sólo que son reservados en cuanto a la información que proporcionan.

4.2 Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos como alternativa para la reducción de la cantidad a disponer en rellenos sanitarios.

Otra vía alternativa es el tratamiento de los residuos orgánicos para producir composta. En Ciudad de México se producen 4'380,000 toneladas de residuos sólidos al año, de estos el 37.7 % son residuos alimenticios y el 3.18 residuos de jardinería, es decir, aproximadamente el 41% de los residuos sólidos son residuos orgánicos, ver Anexo 18, otros cálculos realizados por SEMARNAT y SEDESOL mencionan que la cifra puede llegar al 50%; para darnos una idea del volumen diario podemos concentrarnos en las 12,000 toneladas de RSM que se producen en el D.F. diariamente (SEDESOL, 2004), si aplicamos el porcentaje que se refiere a residuos orgánicos encontramos que la cantidad correspondiente asciende a 4,920 ton/día y si consideramos la cantidad anual encontramos que es de 1'795, 800 toneladas anuales, las cuales van a dar directamente a los rellenos controlados y no controlados, generando una gran cantidad de costos económicos y ambientales.

Si analizamos el problema desde algunos ángulos, por ejemplo: el espacio requerido para su disposición, podemos ver que en un metro cúbico se pueden almacenar de 800 a 1000 kilos de residuos compactados, con la cantidad de residuos orgánicos que se producen se requiere de 1'795, 800m³ de espacio anualmente para depositar dichos residuos; otro aspecto importante es el de los costos que se evitan al dejar de disponer esa cantidad de residuos en los rellenos sanitarios, recordemos que se gastan en promedio 60 pesos por tonelada depositada en un relleno sanitario.

En la actualidad, los residuos que se producen en D.F. se depositan en el relleno de Bordo Poniente, pero con la gran demanda de espacio que se requiere es claro que la vida útil del mismo es muy corta, hasta el

año 2007, y alcanzará un peso de 16 toneladas por metro cúbico y una altura de 15 metros, ver capítulo 3. Ante esta realidad, resulta pertinente la propuesta de considerar un tratamiento alternativo al que se le da a los residuos orgánicos (RO) actualmente en la Ciudad de México, la cual ya propusimos: la transformación de los RO en composta, la cual resultará viable en la medida en que los residuos sólidos se recolecten por separado en el corto plazo. Además no podemos seguir depositando los residuos sólidos en los rellenos sanitarios, dado que en el largo plazo los espacios se agotarán y no habrá donde depositar la gran cantidad de residuos que se generan; en este sentido es pertinente pensar en formas alternativas que nos permitan reducir la cantidad de residuos disminuyendo la presión que se ejerce sobre los rellenos sanitarios.

Al transformar los residuos orgánicos estamos reciclando y, con un uso adecuado, podemos ayudar a mejorar el ambiente, y reducir la presión sobre los recursos naturales; al mismo tiempo, puede crear beneficios económicos empezando por los empleos que se pueden producir y todos los efectos indirectos que se generan al realizar los proyectos.

A continuación presentamos algunos casos en que se ha implantado con éxito, uno es el de la Coordinación de Áreas Verdes de la Universidad Nacional Autónoma de México y el otro la Delegación Álvaro Obregón del D.F., existen otras casos tales como la Delegación Xochimilco, Miguel Hiadalgo, Bordo Poniente y Tlalpan, todas ellas aplican el mismo proceso que se hace en la Delegación Álvaro Obregón.

4.2.1 La producción de composta en la Universidad Nacional Autónoma de México

Los materiales de desecho, ya sean de origen animal o vegetal, son conocidos en un sentido genérico como materiales orgánicos. El composteo es una forma de manejo de residuos sólidos orgánicos "bioreciclaje", el cual da inicio desde el momento en que son desechados y sufren de manera natural un proceso de bioxidación, provocado por la acción de múltiples microorganismos tales como: bacterias, hongos, protozoarios, entre otros, que promueven la descomposición y la recombinación de los compuestos orgánicos complejos; este proceso es regulado de manera artificial con el objeto de acelerarlo y optimizarlo, hasta que la materia orgánica se trasforma en material húmico estable⁶⁹, el cual puede ser almacenado y

⁶⁹ Un compuesto rico en nutrientes para la tierra.

manejado como mejorador orgánico sin perjuicios para el ambiente. A la resultante final de este proceso se le conoce con el nombre de composta.⁷⁰

La planta de composta de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), tiene 5 años funcionando como tal, pero los responsables de la misma tienen 13 años trabajando con el manejo de residuos orgánicos, la Coordinación de Áreas Verdes de la UNAM se encarga de su operación.

En esta planta se reciben aproximadamente 4 toneladas de residuos orgánicos diariamente, 120 toneladas mensuales, dos toneladas son de residuos de jardinería, una tonelada de estiércol de ganado de la Facultad de Veterinaria y una tonelada de residuos de fruta de un puesto que se ubica dentro de la universidad, los cuales son procesados en una planta que tiene un área de 6000m² aproximadamente 150 x 40mts, en donde se produce la composta, también existe una construcción que se usa como bodega, una parte techada para las maquinas que se utilizan y un jardín.

El método utilizado para la producción de composta es el aeróbico, ver Anexo 22, mediante el sistema de pila estática, el cual consiste en apilar el material a utilizar en prismas triangulares, estas pilas miden en promedio 20 metros de largo, 4 metros de ancho y 2 metros de alto. En donde, el 60 a 70 % del material se compone de Eucaliptus sp, en tiempos de mucho trabajo se llegan a formar 14 pilas de material orgánico composteable, que cumple con las condiciones de humedad requeridas para llevar a cabo un proceso de degradación aeróbico.

Un total de 13 personas trabajan una trituradora con un valor de \$25,000 dólares (aproximadamente \$275,000 pesos), un camión pipa para regar las pilas y dos cargadores frontales para mover las pilas, con un valor de \$24,000 dólares (aproximadamente \$264,000 pesos) cada uno. Se producen en promedio 35 toneladas de composta mensualmente, la utilización que tienen es para el mantenimiento de las áreas verdes de la propia universidad.

⁷⁰ Página de Internet de la Coordinación de áreas verdes y forestación: planta de composta de la Universidad Nacional Autónoma de México. Fuente: <http://www.obras.unam.mx/composta/composta.html>

4.2.2 La producción de composta en la Delegación Álvaro Obregón.

La planta de composta de la Delegación Álvaro se encuentra ubicada en Lomas de Tarango, sobre Av. 5 de mayo s/n, tiene una extensión de terreno aproximadamente de 4000 m², propiedad de la delegación, con planes de expansión en un futuro; se encuentra funcionando desde hace 5 años y los equipos con los que cuenta son: un tractor que sirve para voltear las pilas, una maquina trituradora, dos camiones de carga con capacidad de 8 y 5 m³, y una pipa para regar las pilas; trabajan en promedio 10 personas en la planta (se cuenta con más pero varias de ellas salen a realizar trabajos fuera de la planta), con un sueldo mensual de \$2,000.00 pesos.

El método utilizado para la producción de composta es el aeróbico mediante el sistema de pila estática, el cual consiste en apilar el material a utilizar, previamente triturada, en pilas triangulares, estas pilas miden en promedio 20 metros de largo, 5 metros de ancho y 2.5 metros de alto, el material que utilizan son ramas, poda de jardines y estiércol de caballo; en promedio se reciben 6.5 toneladas diarias de residuos orgánicos.

La producción de composta asciende a 70 toneladas mensuales, las cuales se utilizan para el mantenimiento de jardines y áreas verdes de la Delegación, también se distribuye a campesinos de los pueblos de Santa Rosa y San Bartolo, donde se utiliza en los cultivos de maíz.⁷¹

4.2.2.1 Beneficios ambientales por la producción de composta.

Los beneficios en el ambiente que se pueden asociar con la producción de composta pueden ser varios, mencionaremos algunos de ellos: es un método efectivo de reciclaje de residuos orgánicos, que permite el cuidado y mantenimiento de los nutrientes de la tierra, y al ser utilizado, como abono, previene la erosión y aumenta la fertilidad de la tierra; disminuye el número de moscas y malos olores que se presentan en los residuos orgánicos al ser mal manejados; permite remover, en un porcentaje muy alto, los microorganismos patógenos; reduce la cantidad de metales pesados que se encuentran en los residuos orgánicos; reduce la cantidad de algunos compuestos orgánicos de tipo órgano clorado; el nitrógeno presente en la composta se encuentra de una forma estable que no provoca contaminación en los mantos freáticos; también reduce considerablemente el volumen final de residuos urbanos. Existe un menor uso de áreas destinadas a

⁷¹ La composta que se produce en la planta se regala, previamente empaquetada en bolsas de 2.5 y 10 kg.

rellenos sanitarios que pueden ser utilizadas para otras actividades y previene la contaminación. Sin embargo, es de gran importancia el control de las condiciones aeróbicas de las pilas, para impedir en lo posible la generación de gas metano.

Existen otros beneficios ambientales que se presentan directamente en los suelos abonados con composta: en la primavera y el verano, el suelo se mantiene con más humedad promoviendo la producción de raíces; en invierno, los suelos conservan más calor que aquellos expuestos a la intemperie; adiciona humus ya que aumenta la presencia de lombrices las cuales a su vez degradan la materia orgánica y dan mayor aireación al suelo; impide los cambios bruscos de pH⁷² y mejora la estructura del suelo; actúa como un elemento nutricional de las plantas funcionando como un fertilizante de lenta liberación.

En general podemos decir que se beneficia todo el ecosistema porque un suelo sano produce árboles, plantas y arbustos con mejores cualidades, que a su vez sirven a toda la cadena de animales e insectos, que permiten la reproducción de los sistemas; con suelos erosionados lo único que podremos encontrar son zonas desérticas, cultivos con baja productividad y pérdida de fauna silvestre.

4.2.2.2 Beneficios económicos

Uno de los principales beneficios económicos, es el ahorro de gastos en la disposición de residuos orgánicos en rellenos sanitarios. Si se estima que los residuos orgánicos son del orden de 4,920 toneladas diarias y en un relleno sanitario el costo de depositar una tonelada es de \$60.00 pesos en promedio, el ahorro estimado es de 295,200 mil pesos diarios, aproximadamente 107.7 millones de pesos anuales.

En la actualidad las delegaciones no venden el producto, pero en un futuro se podría comercializar, según información de los responsables de la planta de composta de la delegación, un metro cúbico de composta (aproximadamente 500kg), se vende en \$500.00 pesos. Si se vendiera la mitad de la producción mensual de la planta de composta, equivalente a 35 toneladas a ese precio se obtendrían ganancias del orden de \$35,000.00 pesos mensuales, aproximadamente 420,000.00 pesos anuales.

⁷² Es la medida de la alcalinidad o acidez tomando como referencia la cantidad de protones H⁺ o hidrogeniones OH presentes en un medio líquido, la mayoría de las compostas se encuentran en un intervalo de 6 a 8.

4.2.3 Las plantas de composta como una posible solución para la reducción de los residuos sólidos.

Bajo el amparo del análisis anterior la creación de plantas de composta que permitan la producción a nivel industrial, es decir, en grandes cantidades podría ser una de las soluciones al problema de los residuos sólidos. Puede plantearse un escenario en donde cada delegación cuente con una planta para producir composta como mínimo, si es muy grande puede tener dos, dependiendo de la cantidad de residuos que genere y con ello se puede contribuir a disminuir la cantidad total de residuos sólidos producidos en el D.F., que como ya mencionamos, representan entre el 40 y 50% del total.

Se tienen que hacer los estudios de factibilidad, que analicen los aspectos técnicos y administrativos para determinar la viabilidad de los proyectos, sin embargo considerando los enormes beneficios ambientales que se pueden fomentar resulta interesante considerar esta alternativa, al mismo tiempo se pueden generar ahorros en cuanto a los gastos realizados para la disposición de estos residuos en los rellenos sanitarios que como ya lo mencionamos serían alrededor de 107.7 millones de pesos al año. Finalmente se amplía el tiempo de vida de los rellenos al disminuir el volumen de residuos depositados, por ejemplo, para el relleno de bordo poniente se estima un tiempo de vida de 2 años más (hasta el 2007), recibiendo 4'380,000 toneladas de residuos al año si se resta la parte correspondiente a los residuos orgánicos que serían 1'795,800 toneladas, más un 15% de residuos que se podrían reciclar con facilidad al encontrarse separados en la fuente, serían otras 657,000 toneladas (podrían ser más), en total se dejarían de mandar 2'452,800 toneladas de residuos sólidos al relleno, cifra que representa más del 50% de lo que se manda en la actualidad por año, es decir, se ampliaría el tiempo de vida del relleno sanitario por en un año más, al mismo tiempo se disminuye en forma considerable la cantidad de lixiviados que se producen por la descomposición de los residuos orgánicos evitando la contaminación de los mantos acuíferos.

4.2.4 Aspectos financieros

La creación de plantas en donde se procese la materia orgánica y se elabore la composta, requiere de equipos como cargadores frontales, camiones de volteo, camión cisterna (para el regado de las pilas), maquina de volteo, etc. Una estimación realizada por JICA (1999), para la construcción de una planta

productora de composta, con capacidad para procesar 416,000 ton/año de residuos orgánicos, estimó un costo de \$6'546,000⁷³ dólares. Si la consideramos como una buena estimación podemos expresar esa cantidad en pesos (a un tipo de cambio de \$11.00 pesos por 1 dólar), en donde el equivalente sería \$72'006,000 pesos por planta, si recordamos que el Gobierno del Distrito Federal y las delegaciones gastan 1,500 millones de pesos al año en la atención de los servicios de limpia, se puede considerar viable la posibilidad de que se destinen algunos de estos recursos para la construcción de plantas de compostaje.

Ahora bien, si consideramos que el 15% del presupuesto de cada delegación puede ser usado para realizar proyectos prioritarios, con base en el cuadro 4.1, podemos ver que de acuerdo con el presupuesto asignado a cada delegación para el año 2005, sólo en tres de ellas el costo de construcción de una planta de composta supera el 10% de su presupuesto, en las demás es inferior y en algunas es menor al 5% (Cuauhtémoc, Gustavo A. Madero e Iztapalapa).

Otra razón importante que nos muestra por otro camino la viabilidad de la propuesta sería la de analizar la capacidad de procesamiento de residuos de cada planta, como ya mencionamos es de 416,000 toneladas al año. En realidad estas plantas tendrían una capacidad superior a la requerida ya que únicamente la delegación Iztapalapa y Gustavo A. Madero requieren un tipo de planta como la propuesta, comparada con los gastos que representa de acuerdo con los ingresos de estas delegaciones constituyen solamente el 3% de su presupuesto, lo cual lo hace una opción viable. En cuanto a las otras delegaciones del D.F., podemos ver que la producción de residuos orgánicos no supera las 200,000 toneladas anuales lo cual quiere decir, que estas delegaciones necesitaran plantas menores, por ejemplo con una capacidad para procesar 208, 000 toneladas al año que serían plantas 50% más pequeñas que las anteriores. Si los costos para la construcción de este tipo de plantas se reducen en la misma proporción se requerirían únicamente inversiones de 36 millones de pesos por planta, lo cual hace factible de proponer la construcción de las mismas, ya que esto sólo representa entre el 3 y 7% del presupuesto asignado a cada delegación (Ver Cuadro 4.1).

⁷³ Para más detalles véase el anexo 23

Cuadro 4.1
Presupuesto asignado⁷⁴ y generación de residuos en las delegaciones del Distrito Federal
para el año 2005

Delegación	Presupuesto asignado (pesos)	Porcentaje para la construcción de planta (416,000 tn / año)	Porcentaje para la construcción de planta (208,000 tn/año)	Generación de residuos Ton / año 2005 ¹	Residuos Orgánicos Ton / año ²
Álvaro Obregón	1,213,895,034	6	3	363,088	148,866
Azcapotzalco	828,975,507	9	4	239,403	98,155
Benito Juárez	801,495,885	9	4	205,862	84,403
Coyoacán	1,093,563,712	7	3	361,411	148,178
Cuajimalpa de Morelos	526,254,068	14	7	85,950	35,240
Cuauhtémoc	1,567,173,911	5	2	300,617	123,253
Gustavo A. Madero	2,070,153,434	3	2	653,642	267,993
Iztacalco	852,838,546	8	4	225,987	92,655
Iztapalapa	2,338,053,461	3	2	1,027,212	421,157
Magdalena Contreras	522,903,952	14	7	130,812	53,633
Miguel Hidalgo	1,064,120,515	7	3	206,281	84,575
Milpa Alta	540,134,310	13	7	38,992	15,987
Tláhuac	719,546,175	10	5	149,260	61,197
Tlalpan	1,072,793,453	7	3	361,411	148,178
Venustiano Carranza	1,200,656,160	6	3	262,044	107,438
Xochimilco	897,906,219	8	4	176,094	72,198
Total	17,310,464,342			4,788,066	1,963,107

(1). Estos valores se estimaron a partir de los datos existentes con una tasa decrecimiento de 2% anual.

(2). Valores estimados aplicando el porcentaje del 41%, referente a la parte orgánica

Fuente: Elaboración propia con información del presupuesto de egresos del Distrito Federal para el ejercicio fiscal 2005 y GDF.

Por las razones expuestas consideramos que la creación de plantas de composta puede considerarse como una alternativa viable, debido a que existen los recursos financieros suficientes para la construcción de las mismas.

Finalmente es importante mencionar que existe la posibilidad de que una mala planeación o una deficiente operación de las plantas tenga como consecuencia algunos problemas que lejos de resolver la situación podrían empeorarla, por ejemplo el proceso de elaboración de composta requiere la utilización de capas de tierra que cubran los residuos orgánicos que se van a transformar en composta, cuando estos residuos no son cubiertos correctamente y se inicia el proceso de descomposición éste atrae moscas, roedores y fauna nociva que si no se controla puede afectar a las colonias cercanas a las plantas donde se elabore la composta, generando descontentos sociales y protestas vecinales que podría originar el cierre de la planta; las complicaciones que se pueden presentar en la salud con la presencia de fauna nociva se mencionaron

⁷⁴ Asamblea Legislativa del Distrito Federal (2004). "Decreto de presupuesto de egresos del Distrito Federal para el ejercicio fiscal 2005". Gaceta oficial del Distrito Federal, 27 de diciembre No. 138-BIS. Fuente de Internet: http://www.consejeria.df.gob.mx/gaceta/pdf/diciembre04_27_138bis.pdf

en el capítulo 3, de esta investigación. El medio ambiente también se puede ver afectado por una mala operación de las plantas que afecten a la población por los olores, deterioro del paisaje, reproducción incontrolada de fauna nociva, etc. Es decir, las plantas de composta como todo proyecto tienen sus riesgos y por esta razón se tiene que planear considerando de antemano una operación adecuada que tome en cuenta los factores negativos que se pueden presentar.

Ahora bien, este tipo de propuestas se tienen que considerar como parte de un proyecto general que considere el manejo de los residuos sólidos dentro de un Sistema Integral. Ahora veamos que tan avanzado se encuentra el D.F., en cuanto a la incorporación de un Sistema Integral que permita el manejo y control adecuado de los residuos sólidos.

4.3 Sistema de gestión integral de los residuos sólidos urbanos vs Ciudad de México.

Con base en esta investigación, podemos decir, que en la Ciudad de México y propiamente en el D.F., se ha intentado proponer un manejo integral de los residuos sólidos, sin embargo hasta hoy no se ha logrado, la "Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos", que debería ser aplicada a partir de octubre de 2004, sigue aun sin operar, las razones son muchas pero la primera de ellas es que, ni las propias autoridades responsables de llevar a cabo su aplicación han querido hacerlo.

De acuerdo a las recomendaciones internacionales, un sistema de gestión integral de residuos sólidos (SGIRS), debe incluir los siguientes componentes:

- Reducción en la fuente.
- Reutilización de productos y de envases.
- Reciclaje de materiales (incluyendo residuos orgánicos).
- Recuperación de energía mediante producción de biogás o incineración y/o recuperación de componentes básicos mediante pirólisis (a menor escala)⁷⁵.
- Disposición final en rellenos sanitarios y confinamientos controlados.

En general podemos decir, que en el D.F, ninguno de los componentes del Sistema de Gestión Integral se ha cumplido, los programas de separación "No basta con tirarla, hay que separarla" y "Juntos pero no revueltos", son programas piloto, cuyo desembolso para la Asamblea Legislativa del Distrito Federal

⁷⁵ Un sistema de recuperación de recursos es la *gasificación* de ciertos componentes de los RSU, en reactor cerrado, a alta temperatura y ausencia de oxígeno. El proceso se denomina *pirólisis* y no contamina (no tiene chimenea). Es especialmente apto para procesar residuos de plástico, llantas viejas y otros materiales orgánicos con bajo contenido de agua. Los productos resultantes de la pirólisis son hidrocarburos ligeros, que pueden usarse como combustible limpio en plantas de co-generación de electricidad.

(ALDF), ha sido de 2 millones de pesos en publicidad. De alrededor de 1,700 colonias que hay en el Distrito Federal, apenas 70 cuentan con programas de separación de basura, esto indica el atraso que se tiene en la aplicación de estos proyectos para toda la Ciudad.

Los demás componentes, se encuentran en la misma situación y esto resulta grave ya que se sigue utilizando el relleno sanitario Bordo Poniente, como única opción para depositar los residuos sólidos producidos en el D.F., que ya ascienden a 12,000 toneladas diarias aproximadamente y se considera que su vida útil es hasta el año 2007, después de esta fecha puede presentarse un grave problema.

Otro punto muy importante es comprender que un sistema de gestión integral de residuos sólidos requieren inversiones considerables en infraestructura (construcciones, equipos de transporte y compactación, instalaciones de procesamiento, medidas para controlar la contaminación, etc.) en los aspectos referentes a manejo, selección, y disposición en rellenos sanitarios.

El D.F., sólo cuenta con once camiones de doble compartimiento—tres en la Delegación Cuauhtémoc y ocho en la Miguel Hidalgo—para los casi diez millones de capitalinos que deben separar la basura en orgánica e inorgánica. A pesar de que la ALDF autorizó 70 millones de pesos para la compra de camiones con contenedor dividido, los camiones no se han comprado, o se tiene planeado hacerlo, pero no todas las Delegaciones están de acuerdo, sólo la mitad de éstas van a contar con camiones de doble contenedor, las delegaciones restantes adquirirán camiones convencionales: Iztapalapa comprará 28 camiones con las adaptaciones para separar basura; Xochimilco y Magdalena Contreras 5; Álvaro Obregón 4; Tlalpan y Milpa Alta 2, y Tláhuac 1; Iztacalco, Gustavo A. Madero, Cuajimalpa y Venustiano Carranza prefirieron camiones convencionales con los que harán la recolección alternando días, es decir, un día la basura orgánica y otro la inorgánica.⁷⁶ En realidad no se recolectan los residuos por separado y mucho menos con días alternados en la gran mayoría de las colonias y estos camiones prometidos, aun no se compran o todavía peor, puede ser que se encuentren almacenados en espera de que se aplique el programa de forma real.

En cuanto al aspecto de valorización de los residuos (principalmente reciclaje y compostaje), es necesario efectuar inversiones sustanciales para fomentar la creación de centros de acopio, centros de recuperación de materiales y centros de procesamiento y comercialización de los subproductos.

⁷⁶ Nayeli Gómez Castillo, "Tiran a la basura Ley de Residuos Sólidos del DF", Artículo. *La Crónica*, 22 de mayo de 2005, Fuente de internet: <http://www.cronica.com.mx/nota.php?idc=182925>

4.3.1 Elementos adicionales para un buen funcionamiento de un Sistema de Manejo Integral.

Para lograr la aplicación de un sistema de manejo integral de residuos sólidos es necesario contar con mecanismos adicionales, que permitan concretar las acciones del programa.

Lo primero que debe de existir es una estructura administrativa autónoma de gestión de los residuos sólidos, capaz de promover e implantar planes de gestión integral de los residuos y de supervisar el funcionamiento del sistema, en la actualidad los servicios de manejo de residuos sólidos se encuentran a cargo de alguna área dentro de las delegaciones y no les permiten tomar decisiones propias, ni mucho menos ejercer su presupuesto de acuerdo a las prioridades que considere necesarias.

También debe existir un conocimiento preciso de la cantidad y composición de los residuos generados, con el propósito de que se precisen los planes de manejo de los residuos sólidos urbanos conforme a lo que se establece en la Ley correspondiente. Es indispensable establecer registros adecuados de las cantidades de residuos generadas en domicilios, comercios, instituciones, vías y lugares públicos. La cuantificación de los volúmenes de residuos que llegan diariamente a los tiraderos y rellenos sanitarios, tiene el propósito de planificar la evolución y requerimientos de nuevos espacios para disposición futura y al mismo tiempo monitorear el avance de los programas en cuanto a la disminución paulatina de los residuos dispuestos por lo que las delegaciones deben disponer de sistemas capaces de cuantificar los volúmenes de residuos.

Tienen que existir planes de acción rigurosos, con castigos severos y que se lleven a la práctica, en la implantación de los diversos componentes de un sistema de gestión integral de RSU, incluyendo programas de educación para la niñez, de motivación para la ciudadanía y de incentivos para las empresas e instituciones.

Se debe de legislar para que en los rellenos sanitarios se prohíba, que lleguen los siguientes tipos de residuos:

- residuos orgánicos de alimentos y de jardinería, los cuales deben convertirse en biogás y/o composta,
- residuos voluminosos, los cuales deben ser reciclados.
- Sólo deben de llegar a los rellenos sanitarios la porción de residuos que no pueden ser reciclados.

También, debe legislarse sobre la prohibición de que en los RSU se incluyan residuos peligrosos o de manejo especial, fomentando desde luego las condiciones necesarias, para que existan lugares de acopio para este tipo de residuos, ya que como vimos anteriormente sus efectos en la salud pueden ser considerables, los residuos son los siguientes:

- equipos eléctricos y electrónicos, aparatos electrodomésticos
- residuos domiciliarios peligrosos (como pilas, solventes, pinturas, fertilizantes fosfatados),
- tubos fluorescentes (por su contenido de mercurio);
- residuos de productos y envases tóxicos.

La educación de la población es indispensable, ya que se ha considerado que un aspecto crítico en la implantación de un sistema de gestión integral de RSU, es educar al público en general sobre el manejo responsable de los residuos sólidos. El proceso debe empezar desde los primeros años escolares y estar diseñado para llegar a personas de cualquier edad, así como a todos los sectores económicos de la sociedad.

Aplicar programas que consideren la creación de materiales impresos, guías para instructores, productos audiovisuales y programas de televisión eficaces sobre educación, divulgación y capacitación en materia de gestión de los residuos sólidos. Las delegaciones pueden diseñar y ejecutar campañas educativas públicas, que contengan mensajes muy simples, concisos y orientados hacia diversos aspectos de la problemática del manejo de los residuos sólidos.

Es necesario mencionar que los programas o acciones que se recomiendan, sólo tendrán trascendencia si el público está bien informado sobre dichos asuntos. El ciudadano común no estará dispuesto a realizar los sacrificios necesarios para la eficaz implantación de programas de reciclaje de residuos sólidos, a menos que se le eduque adecuadamente. Existe un programa muy interesante en el Estado de Aguascalientes, donde se intercambian productos alimenticios, como arroz, frijol, sal, azúcar, atún, sopas, chocolate, etc., por residuos separados, estas medidas han funcionado y pueden servir en un inicio para inculcar en la población la separación de residuos.

Otro elemento que podría resultar interesante y que se ha aplicado en varios países, es la privatización de los servicios de manejo y disposición de los residuos sólidos urbanos ya que bajo el esquema actual no se pueden generar ingresos por esta actividad; más bien, dichos "servicios" se han convertido en impresionantes y costosos centros de gasto, de ineficiencia y de corrupción.

La aplicación de tarifas diferenciadas sería un buen instrumento que permitiría reducir considerablemente la cantidad de residuos generados por los ciudadanos, esto se ha comprobado ya en algunos países, al mismo tiempo sirve para fomentar el reciclado de residuos, si se fomenta el cobro más barato por residuos separados que sin separar.

4.4 Instrumentos de regulación y económicos que se podrían aplicar para lograr un manejo Integral de los residuos sólidos.

Es claro que para poder implementar la creación de plantas de composta que permitan el procesamiento de residuos orgánicos se tiene que conseguir una separación de los residuos en el origen y esto solo se puede lograr bajo un Sistema de Manejo Integral de Residuos Sólidos, que al mismo tiempo, se tiene que apoyar en los instrumentos regulatorios (de orden y control) e instrumentos económicos (de regulación indirecta).

Dentro de los instrumentos regulatorios que se pueden utilizar se encuentran, las normas de calidad ambiental, deben ser consideradas en las normas que regulan directamente a las empresas para lograr la calidad ambiental que se desea, donde se debe definir la cantidad aceptable de residuos sólidos que pueden ser dispuestos en cada lugar conforme a su capacidad de asimilación.

Las normas técnicas se deben aplicar en todos los aspectos del manejo de los residuos sólidos no tan solo relativos a los residuos peligrosos o de manejo especial como lo especifican las leyes actuales, sino para todo tipo de residuos (desde el almacenamiento en las fuentes hasta la disposición final). Estas deben incluir normas técnicas y operacionales, así como normas para la reducción de residuos y reciclaje. Se supone que esta parte se encuentra cubierta con la "Ley de Residuos Sólidos" del D.F., también la "Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos" de donde deben derivar las normas mencionadas, sin embargo su aplicación aun no se lleva a cabo y en la medida que se realice se tendrán que considerar nuevas normas que garanticen su cumplimiento.

Los Permisos y licencias son otros instrumentos regulatorios que bajo el esquema de sistema integral resulta muy importante ya que se pueden utilizar para la formación de centros de acopio en las colonias que se encarguen de concentrar los residuos sólidos separados para garantizar un mejor control, manejo y disposición de mismos.

El último de este tipo de instrumentos considerados en las leyes mencionadas se refiere a los planes de manejo de residuos sólidos, éstos tienen que ser realizados por las dependencias responsables de manejo de residuos sólidos, las cuales tienen que preparar planes para la eliminación de residuos domésticos, comerciales e industriales que puedan aparecer en sus áreas de influencia y tienen que ser revisados y modificados cuando sea necesario. Estos planes deben indicar cómo, dónde y por quién pueden ser depositados, tratados y reutilizados los residuos sólidos.

Los instrumentos económicos, como lo mencionamos (véase capítulo 1), tienen la capacidad de controlar la contaminación, en nuestro caso la producida por los residuos sólidos, utilizando los mecanismos del mercado y, por lo tanto, complementan la falta de regulación o cubren los espacios que no contempla y busca reducir la participación del gobierno.

Uno de los instrumentos económicos que se tiene que aplicar sin lugar a duda son los derechos de propiedad, los cuales establecen la propiedad de los residuos sólidos por parte de su generador y tienen como efecto la responsabilidad del generador, en cuanto al manejo y disposición de los mismos. Establecer los derechos de propiedad implica adoptar el principio "del que contamina paga", no solo en la empresa sino también en los hogares forzándolas a hacerse responsables de los residuos que generan los productos que elaboran y fomentar la minimización y valoración económica de los residuos.

Otro instrumento que se puede utilizar serían el de los impuestos, que se podrían aplicar a ciertos tipos de producción, en donde se considera que los componentes de algunos procesos productivos pueden ser sustituidos por otros que contengan insumos menos agresivos al medio ambiente.

Uno de los instrumentos económicos que ha probado ser de los más eficientes en la reducción y separación de los residuos sólidos son los sistemas de tarifas, son cuotas que se cobran a los productores de residuos de acuerdo a su cantidad y se pueden aplicar en la recolección y disposición final. Este tipo de instrumentos sin duda tiene que ser aplicado para el caso de la Ciudad de México, ya que los individuos al verse obligados a pagar una tarifa por la cantidad de residuos, inmediatamente cambiarían su actitud y al mismo tiempo se fomentaría el reciclado y separación de los mismos. Es importante mencionar que la propuesta es aplicar tarifas diferenciadas de acuerdo al nivel de ingresos de las familias, pero también es importante considerar el volumen de residuos que generan, también sería importante considerar la posibilidad de definir una cantidad de residuos exenta de cobro siempre y cuando se encuentre

previamente separada, pueden ser 5 kilos a la semana, en fin se tendría que trabajar a conciencia para que funcione lo mejor posible.

Finalmente los Instrumentos financieros, puede ser otro importante apoyo a la reducción de los residuos, ya que servirían para crear fondos ambientales que faciliten procesos que otorguen créditos para proyectos o actividades relacionadas con el mejoramiento tecnológico que fomente la disminución de los residuos generados; para fomentar el reciclaje, por ejemplo con el apoyo para la apertura de centros de acopio y también puede ser utilizado para otorgar créditos para el mejoramiento de equipos de transporte y disposición de residuos en el caso de que se decida privatizar los servicios.

CONCLUSIONES FINALES

En esta investigación el objetivo fue realizar un estudio a cerca de las condiciones en las que se encuentra el manejo y disposición de los residuos sólidos en la Ciudad de México y al mismo tiempo proponer alternativas para solucionar este problema en el corto plazo.

El fenómeno de los residuos sólidos es un problema mundial y en todo el planeta se están tomando medidas urgentes para tratar de controlarlo ya que las soluciones requieren de programas de corto mediano y largo plazo.

En este trabajo se muestra que con algunas excepciones jurídicamente existen las leyes suficientes para que se procure un tratamiento adecuado y ambientalmente correcto a los residuos sólidos, al mismo tiempo se encuentran perfectamente bien definidas las responsabilidades que le confieren a cada sector de la sociedad lo mismo a sus representantes. El problemas principal es que las leyes no se cumplen, ni se hacen cumplir por los encargados de las mismas. Otras causas que agravan el problema son la falta de información, las deficiencias administrativas, la corrupción, e inclusive aspectos culturales que se abordaron en el desarrollo de la investigación.

Se pudo comprobar que los mecanismos de manejo y tratamiento que se aplican en la Ciudad no ayudan a reducir el problema, al contrario lo agudizan en el corto plazo, ya que los espacios para la disposición final se están saturando y es difícil encontrar nuevos lugares en donde sea posible depositar los residuos sólidos y el volumen de los mismos está aumentando, se han intentado aplicar programas de reciclaje pero las condiciones generales del manejo de residuos siguen siendo poco eficientes.

Sin duda los elementos que resultaron bastante interesantes en esta investigación y sobre todo nos permiten justificar de una forma indiscutible nuestra propuesta de buscar alternativas diferentes a las actuales en cuanto al manejo de los residuos, son los que se refieren a los efectos que tiene el manejo de los residuos sólidos en el medio ambiente y en la salud. En lo que se refiere a los problemas en el medio ambiente se encontró, que con el contacto directo de los residuos sólidos, la producción de lixiviados puede ocasionar daños y contaminación en los mantos acuíferos superficiales y subterráneos, y muchos de ellos sirven para el consumo humano y de animales, también el aire se contamina con la generación de humos y gases compuestos por muchas partículas tóxicas, que son transportados por el viento y llegan a la población cercana y no tan cercana, otro tipo de daño ambiental es el que se produce en los suelos al utilizarlos para el depósito de residuos sólidos y hay que recordar que en la Ciudad de México una gran proporción de los residuos generados se depositan en barrancas y depresiones naturales sin medidas sanitarias.

El análisis de los efectos a la salud merece una mención aparte ya que como se pudo apreciar en el desarrollo de ese apartado, existen grandes cantidades de productos los cuales se encuentran empaquetados con excesivas cargas de materiales que al ser desechados y combinarse con los residuos orgánicos generan líquidos y gases que pueden ser altamente tóxicos, la concentración de residuos puede ocasionar daños muy severos en la población expuesta como son: cáncer, daños en el sistema nervioso, riñones, hígado, pulmones, mal formaciones en los fetos, riesgo de aborto, etc. Existen también otros bienes de consumo como son los aparatos eléctricos, lámparas, pilas, termómetros, etc., que al ser desechados sin control y al acumularse con todos los demás residuos generan daños a la salud por la gran cantidad de metales que contienen como son el aluminio, mercurio, etc. Se comprobó que en México se carece de estudios que demuestren los efectos que tienen los residuos sólidos en la población y, al mismo tiempo la investigación nos dio la oportunidad de conocer las experiencias y los estudios que se realizaron en otros países, que demuestran los daños que pueden generarse de un mal manejo de los residuos sólido.

En este sentido y después de analizar los múltiples efectos directos y secundarios que se pueden presentar en el medio ambiente y la salud por las formas comúnmente utilizadas para el manejo de los residuos sólidos, como son los rellenos sanitarios y la incineración, sin agregar la disposición a cielo abierto, se propusieron en esta tesis dos alternativas que se consideran posibles y eficientes para el manejo, control y disminución de la cantidad total de residuos sólidos. La primera de ellas es la creación de plantas productoras de composta que

garanticen el aprovechamiento de los residuos orgánicos de una forma sustentable y sin dañar el ambiente y la salud.

Se comprueba que la producción de composta es una alternativa viable y ambientalmente adecuada y los beneficios que se pueden obtener son diversos. Por ejemplo reduce la fauna nociva y malos olores que se presentan en los desechos orgánicos al ser estos últimos mal manejados, reduce humedad, peso y volumen de la materia orgánica almacenada, el nitrógeno presente se encuentra de una forma estable que no provoca contaminación a mantos freáticos, reduce considerablemente el volumen final de basura urbana y reduce el uso de áreas destinadas a rellenos sanitarios.

Además, la investigación demuestra que en términos financieros la creación de plantas es viable ya que únicamente representan entre el 3 y 7% del presupuesto asignado a cada delegación. Los beneficios económicos que se pueden atribuir a la producción de composta son: la creación de empleos, el ahorro de gastos en la disposición de los residuos orgánicos en rellenos sanitarios, el aumento del tiempo de vida de los rellenos por la disminución de residuos dispuestos y los ingresos que se podrían obtener por la comercialización de los productos reciclados.

Es importante mencionar que existe la posibilidad de que una mala planeación o una deficiente operación de las plantas tenga como consecuencia algunos problemas que lejos de resolver la situación podrían empeorarla. Por ejemplo el proceso de elaboración de composta requiere la utilización de capas de tierra que cubran los residuos orgánicos que se van a transformar en composta. Cuando estos residuos no son cubiertos correctamente y se inicia el proceso de descomposición éste atrae moscas, roedores y fauna nociva que puede afectar a las colonias cercanas a las plantas generando descontentos sociales y protestas vecinales que podría originar el cierre de la planta; las complicaciones se pueden traducir en daños a la salud como los mencionados en esta investigación. El medio ambiente también se puede ver afectado por una mala operación de las plantas generando malos olores, deterioro del paisaje, reproducción incontrolada de fauna nociva, etc. Es decir, las plantas de composta como todo proyecto tienen sus riesgos y por esta razón se tiene que planear considerando de antemano una operación adecuada que considere los factores negativos que se pueden presentar.

Otro aspecto importante que mencionamos a lo largo de la investigación es la necesidad de lograr el máximo aprovechamiento de los residuos. Por ejemplo la producción de gases y vapores que se presenta en los rellenos

sanitarios donde uno de los compuestos con mayor presencia es el metano. Un subproducto aprovechable. Estos gases tienen la característica de tener una gran capacidad de retención de calor y fomentan el efecto invernadero que es un fenómeno que afecta a la Ciudad de México. De ahí que, buscando un uso viable que contribuya al mejoramiento del ambiente del D.F., se propone como segunda alternativa para un manejo sustentable de los residuos sólidos el aprovechamiento del biogás que se produce en los rellenos sanitarios.

Dado que en el D.F. existen varios rellenos que han sido clausurados pero que aun siguen produciendo grandes cantidades de metano, resulta ambiental y económicamente viable utilizar estos recursos. Para mostrar que este tipo de propuestas son eficientes se expuso el caso de la Ciudad de Monterrey, donde se instaló una planta que permite el aprovechamiento del biogás para la producción de energía eléctrica. Esta planta se utiliza en el alumbrado público y en el bombeo de agua potable, contribuyendo a la disminución del efecto invernadero. El Banco Mundial apoya este tipo de proyectos ya que se consideran como parte de los objetivos considerados en el protocolo de Kyoto.

Posteriormente en el desarrollo de la investigación encontramos que hay, diversas medidas para resolver el problema de los residuos sólidos todas tienen la misma finalidad, reducir al máximo la producción de residuos sólidos. Algunas de ellas consisten en la privatización de los servicios, otras la aplicación de cuotas, otras más fomentan la separación y el reciclado y la más completa es la que aplica Alemania que consiste en la economía de ciclo y se encuentra sustentada en el principio "del que contamina paga". Medidas que resultan muy interesantes y sobretodo permiten evaluar su desarrollo y su posible aplicación bajo las características particulares en nuestro país.

La confrontación de los mecanismos que se aplican en la Ciudad de México con el Sistema de Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos (SGIRSU), muestra que estamos lejos de la idea de fomentar un Sistema de Manejo Integral. Encontramos que en la Ciudad de México, se ha intentado proponer un manejo integral de los residuos sólidos, sin embargo hasta hoy no se ha logrado, la "Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos", que debería ser aplicada a partir de octubre de 2004, sigue aun sin operar, las razones son muchas pero la primera de ellas es que, ni las propias autoridades responsables de llevar a cabo su aplicación lo han logrado hasta hoy.

El relleno de Bordo Poniente, sigue siendo la única opción para depositar los residuos sólidos producidos en el D.F, que ascienden a 12,000 toneladas diarias aproximadamente. Su vida útil esta programada hasta el año 2007, fecha en que se considera existirán grandes problemas para poder manejar los residuos que se generan en esta ciudad. Buscar otros lugares que se puedan utilizar como rellenos sanitarios no es la solución más adecuada, ya que como se explicó en el apartado de la salud, se ha comprobado que los rellenos sanitarios no son tan seguros como se pensaba y más aun siguen produciendo algún tipo de contaminación inclusive en el mejor de los casos en donde se cumpla con todas las medidas necesarias para su correcto funcionamiento. De ahí la sugerencia de avanzar en su tratamiento integral.

Al mismo tiempo se pudo constatar que en la actualidad no se recolectan los residuos por separado y mucho menos con días alternados en la gran mayoría de las colonias y en las que si existe la separación no se tienen informes de cuál es el manejo que tienen estos residuos.

Uno de los elementos que se plantean en esta investigación para que se puedan llevar a cabo los procesos de reciclaje y composteo, que son la columna vertebral en un programa de manejo integral, es la creación de centros de acopio y recuperación de materiales por colonia, al igual que centros de procesamiento y comercialización de los subproductos. La experiencia de otros países muestra que no solo son eficientes en cuanto a la disminución de los residuos totales, sino que son generadores de una gran cantidad de empleos.

Un problema que se pudo apreciar es el constante cambio de autoridades responsables del manejo de los residuos sólidos en las Delegaciones lo que genera un rompimiento en la curva de aprendizaje. Así, una vez que las autoridades se encuentran en el proceso de comprender y realizar acciones encaminadas a solucionar los problemas de los residuos sólidos, se termina su periodo de gestión y el cambio de autoridades implica nuevos proyectos que vienen a sustituir a los existentes y muchos de los existentes se cancelan. De acuerdo con el argumento anterior resulta importante considerar la posibilidad de que exista una estructura administrativa autónoma de gestión de los residuos sólidos capaz de promover e implantar planes de gestión integral de los residuos y de supervisar el funcionamiento del sistema, en la actualidad los servicios de manejo de residuos sólidos se encuentran a cargo de alguna área dentro de las delegaciones y no se les permite tomar decisiones propias, ni mucho menos ejercer su presupuesto de acuerdo a las prioridades que considere necesarias.

También se comprobó que no existe la información precisa de la cantidad y composición de los residuos generados que debe ser utilizada con el propósito de precisar los planes de manejo de los residuos sólidos urbanos. Es indispensable establecer registros adecuados de las cantidades de desechos generadas en domicilios, comercios, instituciones, vías y lugares públicos. El control de los volúmenes de residuos que llegan diariamente a los rellenos sanitarios debe tener el propósito de planificar la evolución y requerimientos de nuevos espacios para disposición futura y al mismo tiempo monitorear el avance de los programas en cuanto a la disminución paulatina de los residuos dispuestos, las delegaciones deben disponer de sistemas capaces de cuantificar los volúmenes de residuos.

Las lecciones de experiencias en otros países sugieren la necesidad de una aplicación de la normatividad y planes de acción rigurosos, con castigos severos y que se lleven a la práctica para que se puedan aplicar las diversas etapas y componentes de un Sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos. Dentro de la normatividad debe incluirse la clasificación de desechos para garantizar su tratamiento apropiado.

Un aspecto crítico en el funcionamiento e implantación de un sistema de gestión integral de RSU, es educar a la población en general sobre el manejo responsable de los desechos sólidos, incluyendo programas de educación para la niñez, la población de la Ciudad de México puede ser participativa especialmente en asuntos que le afectan de manera directa, tal es el caso del manejo de los residuos. Será necesario informar más a la comunidad. Esta información debe incluir lo relacionado a los aspectos técnicos del manejo, de lo que depende el mejoramiento del ambiente y la salud. También lo que se refiere a finanzas, de donde derivan los recursos para operación y mantenimiento, y los ingresos que por la venta de materiales reciclables se puedan obtener para financiamiento de los servicios en caso de que el gobierno inicie con esta actividad, que sería lo más adecuado.

Se puede constatar que el ciudadano común no estará dispuesto a realizar los sacrificios necesarios para la eficaz implantación de programas de reciclaje de residuos sólidos, a menos que se le oriente de manera apropiada. Una alternativa que se ha utilizado en el Estado de Aguascalientes, es la de intercambiar productos alimenticios, como arroz, frijol, sal, azúcar, atún, sopas, chocolate, etc., por residuos separados, estas medidas han funcionado y pueden servir en un inicio para inculcar en la población la separación de residuos, sobre todo en zonas marginadas que es donde se presentan la mayor resistencia a la asimilación de programas, así como los casos con mayores problemas en cuanto al manejo de sus residuos sólidos.

Otro elemento que se puede considerar y que ha funcionado en otros países es la privatización de los servicios de manejo y disposición de los desechos sólidos urbanos ya que bajo el esquema actual no se pueden generar ingresos por esta actividad; y más bien, dichos "servicios" se han convertido en impresionantes y costosos centros de gasto, de ineficiencia y de corrupción.

Una vez comprobado que el manejo que se le da a los residuos sólidos en la Ciudad de México dista mucho de encontrarse dentro de un sistema integral de manejo de residuos sólidos, se plantea la urgente necesidad de la creación del mismo o mejor dicho de una implementación real del mismo, ya que este tema ha sido mencionado por las autoridades responsables pero en la práctica no se lleva a cabo. Dentro de las acciones inmediatas y que son ya inaplazables se considera que se tiene que aplicar el programa de separación en la fuente y paralelamente iniciar con los mecanismos que garanticen un trato distinto y más eficiente, de los residuos sólidos con el medio ambiente y la salud.

Finalmente tenemos que mencionar la existencia de grandes limitaciones que se fueron tratando de remediar al desarrollar esta investigación, como son: la falta de información relacionada con los residuos sólidos, la carencia de estudios que muestren los efectos en la salud provocados por los residuos sólidos en la población de la Ciudad de México y la poca cooperación de las autoridades correspondiente ante la búsqueda de información de fuentes directas, entre otras tantas.

Bibliografía

- Acurio, G.; Rossin, A.; Teixeira, P.F.; Zepeda, F. (1997). *Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe*. Washington D.C. BID; OPS/OMS.
- Agencia de Cooperación Internacional del Japón –JICA- (1999). *Estudio sobre el manejo de residuos sólidos para la ciudad de México*. México. D.F. Kokusaikogyo. Co. LTD. Tomo I y II
- Aguilera, Klink Federico y Alcántara, Vicent (1994). *De la economía ambiental a la economía ecológica*. Barcelona. Ed. Acaría.
- Aroche, Fidel y Semerena, Roberto (2003), *Instrumentos económicos para la gestión ambiental: el caso de los aceites lubricantes usados en México*. México, D.F. Facultad de Economía. UNAM.
- Asamblea Legislativa del Distrito Federal (2004). "Decreto de presupuesto de egresos del Distrito Federal para el ejercicio fiscal 2005". *Gaceta oficial del Distrito Federal*, 27 de diciembre No. 138-BIS. Fuente de Internet: http://www.consejeria.df.gob.mx/gaceta/pdf/diciembre04_27_138bis.pdf
- ATSDR, (2001), *Landfill Gas Primer, An Overview for Environmental Health Professionals*; Agencia Norteamericana para las sustancias tóxicas y registro de enfermedades, Estados Unidos. Fuente de Internet: <http://www.atsdr.cdc.gov/HAC/landfill/html/intro.html>
- Azqueta Oyarzun, Diego (2002). *Introducción a la economía ambiental*. España. Ed. McGraw Hill.
- Banco Mundial (1992). *El Banco Mundial y el Medio Ambiente*. Washington, D.C. Banco Interamericano de Reconstrucción y Fomento/Banco Mundial. Primera Edición.
- Berstein, Manis (1992). *Planteamientos alternos para el control de la contaminación y el manejo de desechos: instrumentos regulatorios y económicos*. Washington, D.C. Programa de Gestión Urbana. Banco Mundial.
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2003). "Diálogo regional de política red de medio ambiente, II Reunión: La aplicación de los instrumentos económicos para la gestión del agua y los residuos sólidos", USA, Washington, D.C., 25 y 26 de febrero.
- Bifani, Paolo (1997). *Medio ambiente y desarrollo*. Guadalajara, México. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara.
- Blanco, Rafael (1997). *Reciclaje de los residuos sólidos municipales*. México, D. F. Programa Universitario de Medio Ambiente (PUMA), UNAM,
- Boumol W.J. y Oates W.E (1982). *La teoría de la política económica del medio ambiente*. Barcelona. Ed. Antoni Bosch.

- Constanza, Robert (1999). *Una introducción a la economía ecológica*. México. Editorial Continental. Primera Edición.
- Díaz Barriga, Fernando (1996). *Efectos en salud asociados con la exposición a residuos peligrosos*. México, D. F.
- Durán de la Fuente, Hernán (1997). *Gestión ambientalmente adecuada de residuos sólidos: un enfoque de política integral*. México. CEPAL, GTZ.
- EEA (2003). "Extract from Case studies on waste minimisation practices in Europe". Topics report 2/2002. Copenhagen. Fuente de internet: <http://local.es.eea.eu.int/>
- Environmental Research Foundation (1990). Chemical Dumps Make Good Homes For Poor Families, EPA Decision Indicates. Boletín de "Rachel's Environment and Health News", N° 182 Fuente: http://www.rachel.org/bulletin/pdf/Rachels_Environment_Health_News_955.pdf
- Environmental Research Foundation (1992). New Evidence that All Landfills Leak. Semanario N° 316 de "Rachel's Environment and Health News". Estados Unidos. fuente de Internet: <http://www.monitor.net/rachel/r316.html>
- Environmental Research Foundation (1998), Leachate from Municipal Dumps has same toxicity as Leachate from Hazardous Waste Dumps. Boletín de Residuos Peligrosos de Rachel, N° 90; Estados Unidos. Fuente de Internet: <http://www.ejnet.org/rachel/rhwn090a.htm>
- Environmental Research Foundation (1998). Landfills are Dangerous. Publicación semanal. No 617 del Semanario "Rachel's Environment and Health News"; Estados Unidos Fuente de Internet: http://www.rachel.org/bulletin/pdf/Rachels_Environment_Health_News_1149.pdf
- Environmental Research Foundation (a) (1989, 18 de abril). Clay Landfills Liners Leak in Ways That Surprise Landfill Designers. Semanario N° 125 de "Rachel's Environment and Health News"; Estados Unidos; Fuente de Internet: www.rachel.org/bulletin/bulletin.cfm?Issue_ID=1020&bulletin_ID=48
- Environmental Research Foundation (b), (1989, 7 de marzo). Leachate Collection Systems: The Achilles' Heel of Landfills. Semanario N° 1195 de "Rachel's Environment and Health News". Estados Unidos Fuente de Internet: <http://www.ejnet.org/rachel/rhwn119.htm>
- Environmental Research Foundation (c) (1989, 21 de febrero). The Best Landfill Liner: HDPE. Boletín de "Rachel's Environment and Health News", N° 117; Estados Unidos; fuente Internet http://www.rachel.org/bulletin/bulletin.cfm?Issue_ID=1028
- Environmental Research Foundation (sin fecha de publicación) "The basics of Landfills"; Fuente de Internet: <http://www.zerowasteamerica.org/BasicsOfLandfills.htm>

- Field, Barry (1995). *Economía ambiental una introducción*. México. D.F. Primera Edición. McGraw Hill. Octubre.
- Friends of the Earth (FOE) (1996). Citizen's Guide to Municipal Landfills. Mayo. Fuente de internet: <http://www.foe.org/site1/ptp/manual.html>
- Global Alliance for Incinerator Alternatives (GAIA) (2004). Resources up in Flames. Filipinas Fuente de Internet: <http://www.no-burn.org/RuiF2/Ruifpress.html>
- Glynn, Henry & Heinke, Gary W. (1999). *Ingeniería ambiental*. México, D. F. Pearson. Segunda Edición.
- Greenpeace Argentina (2003), "Basta de Basura". Primera edición. Campaña Contra las Sustancias Tóxicas. Fuente de Internet: www.greenpeace.ar
- Greenpeace Argentina (2004). "Resumen de los impactos ambientales y sobre la salud de los rellenos sanitarios". Segunda Revisión: Julio 2004. Campaña Contra las Sustancias Tóxicas. Fuente de Internet: www.greenpeace.ar
- H. Congreso de la Union (2004). *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*. México. D.F. Ed. ISEF.
- Hernández, Claudia y González, Simón (1997). *Reciclaje de residuos sólidos municipales*. México, D. F. Programa Universitario de Medio Ambiente, UNAM.
- INEGI (2000). *Compendio de Estadísticas del Medio Ambiente 1999*. México. D.F. INEGI-SEMARNAP.
- INEGI (1992). *XI Censo General de Población y Vivienda 1990*, México, D. F. INEGI.
- INEGI (1996). *Conteo de Población y Vivienda 1995*, México, D. F. INEGI.
- INEGI (1998). *Indicadores Sociodemográficos*, México, D. F. INEGI.
- INEGI (1999). *Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos 1998*, México, D. F. INEGI,
- INEGI (2000). *XII Censo General de Población y Vivienda 2000*, Resultados Preliminares. México, D. F. INEGI.
- INEGI / CEPAL (2002). *Termómetro de las Estadísticas del Medio Ambiente en América Latina y el Caribe 2001-2002: Informe de resultados*. México. D.F. INEGI / CEPAL,
- INEGI / GDF (2001). *Estadísticas del Medio Ambiente del Distrito Federal y Zona Metropolitana. 2000*. México. D.F. INEGI.
- INEGI / SEMARNAP (1997). *Informe de la Situación General en Materia de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente 1995 – 1996: Estadísticas del Medio Ambiente*, México D.F. INEGI / SEMARNAP.
- Joachim Borner, Thomas Klöpping (2003). *El desarrollo de la gestión de residuos sólidos en Alemania y posibles enseñanzas para una gestión participativa de residuos sólidos en Santiago de Chile*. Organización:

- Kolleg für Management und Gestaltung nachhaltiger Entwicklung gGmbH. Alemania. Fuente de internet: http://www.medioambienteonline.com/site/root/resources/case_study/2077.html
- Juan Careaga (s/fecha). "Elementos para una política nacional de manejo de residuos urbanos". Instituto Nacional de Ecología, documentos para la discusión. Fuente de internet: http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/gacetas/gaceta36/g9536391.html?id_pub=230#top
 - Kolstad, Charles (2001). *Economía ambiental*. México, D. F. Primera Edición. Oxford University Press.
 - Lesur, Luis (1998), *Manual del Manejo de la Basura*. México D.F. Ed. Trillas. reimpresión 2001.
 - "Ley Ambiental del Distrito Federal (2000)". México D. F. Publicada en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 13 de enero.
 - "Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal (1996)" México D. F. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 7 de febrero.
 - "Ley de Residuos Sólidos del distrito federal (2003)" México D. F. Publicada en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 22 de abril.
 - "Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (1998)" México D. F. Publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 28 de enero, se incorporaron las modificaciones publicadas en el D.O.F. de fecha 7 de enero de 2000. México, D. F.
 - "Ley General para la prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos (2003)" México D. F. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de Octubre.
 - López Portillo, Manuel (1982). *El medio ambiente en México: temas, problemas y alternativas*. México, D. F. Fondo de Cultura Económica. Primera edición.
 - Luscombe, Darryl y Costner, Pat (2001). *Zero Toxics, Sources of by-product POPs and their Elimination*. Fuente de Internet: www.greenpeace.org/~toxics/reports/dioxinsources.pdf
 - Mariana Viayra Ramírez (2004). "El GDF echa 2° piso de basura al Bordo Poniente". Artículo, *La Crónica*: México, D.F. 03 de agosto de 2004. Fuente de internet <http://www.cronica.com.mx/nota.php?idc=137333>
 - Martínez Alier, Joan (1997). *Economía ecológica y política ambiental*. México, D. F. Fondo de Cultura Económica. Primera Edición.
 - Michelle Allsopp, Pat Costner y Paul Johnstan (2001). "Estado del conocimiento de los impactos de los incineradores de los residuos en la salud humana". Reino Unido. Laboratorios de investigación de Greenpeace. Universidad de Exter.

- Miriam Castillo Moya (2004). "Rechaza PAOT ampliar relleno sanitario como propone López". Artículo, *La Crónica de Hoy*. México D.F. Viernes 9 Julio, 2004. Fuente de Internet: http://www.martha.org.mx/temasagenda/c_basura.htm
- Naciones Unidas (1993). *Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo. Resoluciones aprobadas por la Conferencia*. Volumen I. Estados Unidos, Nueva York.
- Nayeli Gómez Castillo (2005). "Tiran a la basura Ley de Residuos Sólidos del DF". Artículo: *La Crónica*, 22 de mayo de 2005, Fuente de internet: <http://www.cronica.com.mx/nota.php?idc=182925>
- O'Connor, David (Autor), Mercado, Alfonso (Compilador) (1999). *Instrumentos económicos para un comportamiento empresarial favorable al ambiente en México; Aplicación de instrumentos económicos en países en vía de desarrollo: de la teoría a la implementación*. México, D. F. Colegio de México, Fondo de Cultura Económica.
- OCDE (2003). *Evaluación del desempeño ambiental: México*. México, D. F.
- OPS/OMS, AMCRESPAC, INE/DGMAR y SSA (1996). *Análisis Sectorial de Residuos Sólidos en México*. Washington, DC, OPS. Serie Estudios No. 10.
- Organización Panamericana de la Salud (OPS) /Organización Mundial de la Salud (OMS) (1998). *Análisis Sectorial de Residuos Sólidos en la Zona Metropolitana del Valle de México*. Washington, DC, OPS. Serie Estudios No. 14.
- P. Elliott et al, (2001). "British Medical Journal and the Department of Health website". Citado por Robin Murray "Zero Waste".
- Pacific Energy Systems (1998). "Proposal to Reduce Greenhouse Gas Emissions via Landfill Gas Management in Greater Buenos Aires, Argentina". Estados Unidos.
- Página de la Coordinación de áreas verdes y forestación: planta de composta de la Universidad Nacional Autónoma de México (2005). Fuente: <http://www.obras.unam.mx/composta/composta.html>
- Pearce, W. David y Turner R. Ferry (1995). *Economía de los recursos naturales y del medio ambiente*. Madrid, España. Editorial Celeste.
- Perspectivas del Medio Ambiente Mundial (2002). *Estado del medio ambiente y medidas normativas: 1972-2002*. GEO-2. Capítulo 2-8. Zonas urbanas. UNEP. Fuente de Internet: http://www.pnuma.org/geo/geo3/geo3esp/GEO-3_GLOBAL_ENVIRONMENT_OUTLOOK.htm
- "Plan Nacional de Residuos Urbanos 2000-2006". España. <http://waste.ideal.es/pnresiduos.html>
- Saar Van Hauwermeiren (1999). *Manual de Economía Ecológica*. Ecuador. Editorial ILDIS Segunda edición.

- Saldivar, Américo (Coordinador) (1999). *De la economía ambiental, al desarrollo sustentable*. México. D. F. Editorial Facultad de Ciencias Económicas. UNAM. Primera Edición.
- Sandoval, Leandro (2001). Curso-Taller Relleno Sanitario de Operación Manual. Tema: "Marco conceptual de los residuos sólidos". Lima, Perú. CEPIS – OPS/OMS.
- SEDESOL (2004). "Situación Actual de Manejo de los Residuos Sólidos en México". México, D.F. SEDESOL.
- SEMARNAT (2003). *Compendio de estadísticas ambientales 2002*. México. D.F. Semarnat.
- SEMARNAT (2003). *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México 2002*. México. D.F. Semarnat.
- Solans Lampurlanés, Xavier y Alonso Espadalé, Rosa M^a (1994). *Plantas de compostaje para el tratamiento de residuos: riesgos higiénicos*. México, D.F. Centro Nacional de Condiciones de Trabajo.
- Tchobanoglous, G. et. Al (1994). *Gestión integral de residuos sólidos*. Vol. I y II. Madrid, España. McGraw Hill. Interamericana de España, S. A.
- Teixeira, Paulo Fernando (1996). *Elementos para la realización del diagnóstico de residuos sólidos de América Latina y el Caribe*, Washington, DC, OPS.
- Varian R. Hal (1992). *Análisis Microeconómico*. Barcelona. Ed. Antoni Bosch, tercera edición.
- Varian R. Hal (1994). *Microeconomía intermedia*. Barcelona. Ed. Antoni Bosch, tercera edición.
- Velasco, Juan Antonio y Trejo Tania, Lorena (2003). *El composteo: alternativa tecnológica para la biorremediación de suelos en México*. México, D.F. Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental (CENICA) del Instituto Nacional de Ecología (INE), SEMARNAT.

A n e x o s

Anexo 1

MARCO JURIDICO MEXICANO SELECCIÓN DE ARTICULOS REFERENTES AL TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

Contenido

1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.
2. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
3. Ley de desarrollo urbano del Distrito Federal.
4. Ley ambiental del Distrito Federal
5. Ley de residuos sólidos del Distrito Federal.
6. Ley General para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos.

MARCO JURIDICO MEXICANO SELECCIÓN DE ARTICULOS REFERENTES AL TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos¹

Artículos Ambientales

Artículo 4o. Toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar...toda persona tiene derecho a la protección de la salud...los niños y las niñas tienen derecho a la satisfacción de sus necesidades de alimentación, salud, educación y sano esparcimiento para su desarrollo integral.

Artículo 25. Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable...bajo criterios de equidad social y productividad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente.

Artículo 27. La Nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación...en consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico... y para evitar la destrucción de los elementos naturales.

Artículo 73. El congreso tiene facultad:

Fracción XXIX-G. Para expedir leyes que establezcan la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico

Artículo 115. Los Estados adoptarán, para su régimen interior, la forma de gobierno republicano, representativo, popular, teniendo como base de su división territorial y de su organización política y administrativa, el Municipio Libre conforme a las bases siguientes:

III. Los Municipios tendrán a su cargo las funciones y servicios públicos siguientes:

- c Limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos;
- d Autorizar, controlar y vigilar la utilización del suelo, en el ámbito de su competencia, en sus jurisdicciones territoriales;
- g Participar en la creación y administración de zonas de reservas ecológicas y en la elaboración y aplicación de programas de ordenamiento en esta materia;

2. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente² (LGEEPA)

Normas Preliminares

Artículo 1º.- La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio

¹ H. Congreso de la Unión. "Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos". Ed. ISEF. México. D.F. 2004.

² Publicada en el D.O.F. de fecha 28 de enero de 1988, se incorporaron las modificaciones publicadas en el D.O.F. de fecha 7 de enero de 2000.

nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para:

- I. Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar;
- II. Definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación;
- III. La preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente;
- IV. La preservación y protección de la biodiversidad, así como el establecimiento y administración de las áreas naturales protegidas.
- V. El aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas;
- VI. La prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo;
- VII. Garantizar la participación corresponsable de las personas, en forma individual o colectiva, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente;
- VIII. El ejercicio de las atribuciones que en materia ambiental corresponde a la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73 fracción XXIX - G de la Constitución;
- IX. El establecimiento de los mecanismos de coordinación, inducción y concertación entre autoridades, entre éstas y los sectores social y privado, así como con personas y grupos sociales, en materia ambiental, y
- X. El establecimiento de medidas de control y de seguridad para garantizar el cumplimiento y la aplicación de esta Ley y de las disposiciones que de ella se deriven, así como para la imposición de las sanciones administrativas y penales que correspondan.

Artículo 3o.- Para los efectos de esta Ley se entiende por:

- I. **Ambiente:** El conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados;
- VI. **Contaminación:** La presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico;
- 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;
- XII. **Desequilibrio ecológico:** La alteración de las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que conforman el ambiente, que afecta negativamente la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos;
- XIII. **Ecosistema:** La unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de éstos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinados;
- XIX. **Impacto ambiental:** Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza;
- XXXI. **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;

Competencias de la Federación

Artículo 4o.- La Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios ejercerán sus atribuciones en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, de conformidad con la distribución de competencias prevista en esta Ley y en otros ordenamientos legales.

Artículo 5o.- Son facultades de la Federación:

Fracción V. La expedición de las normas oficiales mexicanas y la vigilancia de su cumplimiento en las materias previstas en esta Ley;

Fracción VI. La regulación y el control de las actividades consideradas como altamente riesgosas, y de la generación, manejo y disposición final de materiales y residuos peligrosos para el ambiente o los ecosistemas, así como para la preservación de los recursos naturales, de conformidad con esta Ley, otros ordenamientos aplicables y sus disposiciones reglamentarias;

Competencias de los Estados

Artículo 7o.- Corresponden a los Estados, de conformidad con lo dispuesto en esta Ley y las leyes locales en la materia, las siguientes facultades:

Fracción VI. La regulación de los sistemas de recolección, transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos e industriales que no estén considerados como peligrosos de conformidad con lo dispuesto por el artículo 137 de la presente Ley;

Competencias de los Municipios

Artículo 8o.- Corresponden a los Municipios, de conformidad con lo dispuesto en esta Ley y las leyes locales en la materia, las siguientes facultades:

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

Competencias del Gobierno del Distrito Federal

Artículo 9o.- Corresponden al Gobierno del Distrito Federal, en materia de preservación del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, conforme a las disposiciones legales que expida la Asamblea Legislativa del Distrito Federal, las facultades a que se refieren los artículos 7o. y 8o. de esta Ley.

Artículo 134.- Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios:

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

Artículo 135.- Los criterios para prevenir y controlar la contaminación del suelo se considerarán, en los siguientes casos:

- I. La operación de los sistemas de limpia y de disposición final de residuos municipales en rellenos sanitarios;
- II. La generación, manejo y disposición final de residuos sólidos, industriales y peligrosos, así como en las autorizaciones y permisos que al efecto se otorguen; y

Artículo 136.- Los residuos que se acumulen o puedan acumularse y se depositen o infiltren en los suelos deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir o evitar:

La contaminación del suelo;

Las alteraciones nocivas en el proceso biológico de los suelos;

Las alteraciones en el suelo que perjudiquen su aprovechamiento, uso o explotación, y

Riesgos y problemas de salud.

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

La Secretaría expedirá las normas a que deberán sujetarse los sitios, el diseño, la construcción y la operación de las instalaciones destinadas a la disposición final de residuos sólidos municipales.

Artículo 138.- La Secretaría promoverá la celebración de acuerdos de coordinación y asesoría con los gobiernos estatales y municipales para:

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

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

Artículo 141.- La Secretaría, en coordinación con las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial y de Salud, expedirán normas oficiales mexicanas para la fabricación y utilización de empaques y envases para todo tipo de productos, cuyos materiales permitan reducir la generación de residuos sólidos.

Artículo 158, Fracción V.- La Secretaría impulsará el fortalecimiento de la conciencia ecológica, a través de la realización de acciones conjuntas con la comunidad para la preservación y mejoramiento del ambiente, el aprovechamiento racional de los recursos naturales y el correcto manejo de desechos. Para ello, la Secretaría podrá, en forma coordinada con los Estados y Municipios correspondientes, celebrar convenios de concertación con comunidades urbanas y rurales, así como con diversas organizaciones sociales.

3. Ley de desarrollo urbano del Distrito Federal³

Artículo 2. La planeación del desarrollo urbano y el ordenamiento territorial del Distrito Federal, tienen por objeto mejorar el nivel y calidad de vida de la población urbana y rural a través de:

- I. La planeación del funcionamiento ordenado y regular los servicios públicos y del acceso a los satisfactores económicos, culturales, recreativos y turísticos, que permitan a los habitantes del Distrito Federal ejercer su derecho a una vida segura, productiva y sana.
- VI. Evitar los asentamientos humanos en las áreas de mayor vulnerabilidad, en las áreas riesgosas y en las áreas de conservación.
- X. La conservación del medio natural, de la flora y la fauna silvestres en el territorio del Distrito Federal; la restauración de la salubridad de la atmósfera, del agua, del suelo y del subsuelo; la adecuada interrelación de la naturaleza con los centros de población y la posibilidad de su aprovechamiento y disfrute por los habitantes.

Artículo 30.- El territorio del Distrito Federal se clasificará en el Programa General en:

- I. Suelo urbano: Constituyen el suelo urbano las zonas a las que el Programa General clasifique como tales, por contar con infraestructura, equipamiento y servicios y por estar comprendidas fuera de las poligonales que determine el Programa General para el suelo de conservación; y
- II. Suelo de conservación: comprende el que lo amerite por su ubicación, extensión, vulnerabilidad y calidad; el que tenga impacto en el medio ambiente y en el ordenamiento territorial; los promontorios, los cerros, las zonas de recarga natural de acuífero; las colinas, elevaciones y depresiones orográficas que constituyan elementos naturales del territorio de la ciudad y aquel cuyo subsuelo se haya visto afectado por fenómenos naturales o por explotaciones o aprovechamientos de cualquier género que representen peligros permanentes o accidentales para el establecimiento de los asentamientos humanos. Asimismo comprende el suelo destinado a la producción agropecuaria, piscícola, forestal, agroindustrial y turística y los poblados rurales.

4. Ley ambiental del Distrito Federal⁴

Artículo 1. La presente Ley es de orden público e interés social y tiene por objeto:

³ "Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal", publicada en el Diario Oficial de la Federación el 7 de febrero 1996.

⁴ "Ley Ambiental del Distrito Federal", publicada en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 13 de enero del 2000. México.

- I. Definir los principios mediante los cuales se habrá de formular, conducir y evaluar la política ambiental en el Distrito Federal, así como los instrumentos y procedimientos para su aplicación;
- II. Regular el ejercicio de las facultades de las autoridades de la Administración Pública del Distrito Federal en materia de conservación del medio ambiente, protección ecológica y restauración del equilibrio ecológico;
- III. Conservar y restaurar el equilibrio ecológico, así como prevenir los daños al ambiente, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la conservación de los ecosistemas;
- IV. Establecer y regular las áreas verdes, áreas de valor ambiental y áreas naturales protegidas de competencia del Distrito Federal, así como manejar y vigilar aquellas cuya administración se suma por convenio con la Federación, estados o municipios;
- V. Prevenir y controlar la contaminación del aire, agua y suelo en el Distrito Federal en aquellos casos que no sean competencia de la Federación;

Artículo 2. Esta ley se aplicará en el territorio del Distrito Federal en los siguientes casos:

- I. En la prevención y control de la contaminación atmosférica proveniente de fuentes fijas o móviles que de conformidad con la misma estén sujetas a la jurisdicción local;
- II. En la prevención y control de la contaminación de las aguas de competencia local conforme a la ley federal en la materia;
- III. En la conservación y control de la contaminación del suelo;

Artículo 2. Para los efectos de esta Ley, se estará a las definiciones de conceptos que se contienen en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley de Aguas nacionales, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, la Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal y la Ley de Aguas del Distrito Federal, así como las siguientes:

Disposición final: Acción de depositar permanentemente los residuos en sitios y condiciones adecuadas para evitar daños a los ecosistemas y al ambiente;

Manejo: Conjunto de actividades que incluyen, tratándose de recursos naturales, la extracción, utilización, explotación, aprovechamiento, administración, preservación, restauración, desarrollo, mantenimiento y vigilancia; o tratándose de materiales o residuos, el almacenamiento, recolección, transporte, alojamiento, reuso, tratamiento, reciclaje, incineración y disposición final;

Reciclaje: Método de tratamiento que consiste en la transformación de los residuos con fines productivos y de reutilización;

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;

Residuos sólidos: Todos aquellos residuos en estado sólido que provengan de actividades domésticas o de establecimientos industriales, mercantiles y de servicios. que no posean las características que los hagan peligrosos;

Tratamiento: Acción de transformar las características de los residuos;

Artículo 22. El Jefe de Gobierno del Distrito Federal y la Secretaría:

Fracción V. Impulsarán el desarrollo y fortalecimiento de la cultura ambiental, a través de la realización de acciones conjuntas con la comunidad para la conservación y restauración del ambiente, el aprovechamiento racional de los recursos naturales y el correcto manejo de los residuos;

Artículo 36. La Secretaría, en el ámbito de su competencia emitirá normas ambientales las cuales tendrán por objeto establecer:

- I. Los requisitos o especificaciones, condiciones, parámetros y límites permisibles en el desarrollo de una actividad humana que pudiera afectar la salud, la conservación del medio ambiente, la protección ecológica o provocar daños al ambiente y los recursos naturales;
- II. Los requisitos, condiciones o límites permisibles en la operación, recolección, transporte, almacenamiento, reciclaje, tratamiento, industrialización o disposición final de residuos sólidos;
- IV. Las condiciones de seguridad, requisitos y limitaciones en el manejo de residuos sólidos que presenten riesgo para el ser humano, para el equilibrio ecológico o para el ambiente;

Artículo 47. Para obtener autorización en materia de impacto ambiental, los interesados, previamente al inicio de cualquier obra o actividad, deberán presentar ante la Secretaría, una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda en los términos del reglamento, pero en todo caso deberá contener por lo menos:

Fracción II. Descripción de la obra o actividad proyectada, desde la etapa de selección del sitio para la ejecución de la obra o el desarrollo de la actividad, la superficie de terreno requerido; el programa de construcción, montaje de instalaciones y operación correspondiente; el tipo de actividad, volúmenes de producción previstos, e inversiones necesarias para la ejecución del proyecto y monto destinado a la instrumentación de medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales; la clase y cantidad de recursos naturales que habrán de aprovecharse, tanto en la etapa de construcción como en la operación de la obra o el desarrollo de la actividad, el programa para el manejo de residuos, tanto en la construcción y montaje como durante la operación o desarrollo de la actividad; y, en su caso el programa para el abandono de las obras o el cese de las actividades;

Artículo 72. La Secretaría promoverá el otorgamiento de estímulos fiscales, financieros y administrativos a quienes:

Fracción II. Realicen desarrollo tecnológicos y de ecotecias viables cuya aplicación demuestre prevenir o reducir las emisiones contaminantes, la producción de grandes cantidades de residuos sólidos urbanos, el consumo de agua o el consumo de energía, en los términos de los programas que al efecto se expidan;

Artículo 76. La Secretaría desarrollará un Sistema de Información Ambiental del Distrito Federal, en coordinación con el Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales, que tendrá por objeto registrar, organizar, actualizar y difundir la información ambiental del Distrito Federal.

En dicho Sistema se integrarán, entre otros aspectos, información de los mecanismos y resultados obtenidos del monitoreo de la calidad del aire, del agua y del suelo; de las áreas verdes, áreas de valor ambiental y áreas naturales protegidas; del ordenamiento ecológico del territorio, así como la información relativa a emisiones atmosféricas, descargas de aguas residuales y residuos no peligrosos, y la correspondiente a los registros, programas y acciones que se realicen para la preservación del ambiente, protección ecológica y restauración del equilibrio ecológico.

Artículo 111. Para la conservación, restauración, protección y aprovechamiento sustentable del suelo en el territorio del Distrito Federal, se considerarán los siguientes criterios:

Fracción V. La acumulación o depósito de residuos constituye una fuente de contaminación que altera los procesos biológicos de los suelos; y

Fracción VI. Deben evitarse las prácticas que causen alteraciones en el suelo y perjudiquen su aprovechamiento, uso o explotación, o que provoquen riesgos o problemas de salud.

Artículo 123. Todas Las personas están obligadas a cumplir con los requisitos y límites de emisiones contaminantes a la atmósfera, agua, suelo, subsuelo, redes de drenaje y alcantarillado y cuerpos receptores del Distrito Federal establecidos por las normas aplicables o las condiciones particulares de descarga que emita la Secretaría, así como a utilizar los equipos, dispositivos y sistemas de reducción de emisiones que determine dicha dependencia. Quedan comprendidos la generación de residuos sólidos, de contaminantes visuales y de la emisión de contaminantes de ruido, vibraciones, energía térmica, lumínica y olores, de acuerdo con las disposiciones jurídicas aplicables.

Artículo 163. Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios:

Fracción II. Deben ser controlados los residuos que constituyan la principal fuente de contaminación de los suelos;

Fracción III. Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos, incorporando técnicas, ecotecias y procedimientos para su reuso y reciclaje;

Artículo 164. Los criterios para la prevención y control de la contaminación del suelo deberán considerarse en:

- I. La expedición de normas para el funcionamiento de los sistemas de recolección, almacenamiento, transporte, acopio, alojamiento, reuso, tratamiento y disposición final de residuos sólidos, a fin de evitar riesgos y daños a la salud y al ambiente;
- II. La ordenación y regulación del desarrollo urbano, turístico, industrial y agropecuario;
- III. La generación, manejo, tratamiento y disposición final de residuos, así como en las autorizaciones y permisos que al efecto se otorguen;
- IV. La autorización y operación de los sistemas de recolección, almacenamiento, transporte, acopio, alojamiento, reuso, tratamiento y disposición final de residuos sólidos peligrosos.

Artículo 166. Con el propósito de promover el desarrollo sustentable y prevenir y controlar la contaminación del suelo y de los mantos acuíferos, la Secretaría, con la participación de la sociedad, fomentará y desarrollará programas y actividades para la minimización, separación, reuso y reciclaje de residuos sólidos, industriales no peligrosos y peligrosos.

Artículo 169. Durante las diferentes etapas del manejo de residuos sólidos, se prohíbe:

- I. El depósito o confinamiento en sitios no autorizados;
- II. El fomento o creación de basureros clandestinos;
- III. El depósito o confinamiento de residuos sólidos en suelo de conservación ecológica o áreas naturales protegidas;
- IV. La quema de dichos residuos sin los mecanismos de prevención de generación de contaminantes adecuados, ni de su autorización;
- VI. La dilución o mezcla de residuos sólidos o peligrosos en cualquier líquido y su vertimiento al sistema de alcantarillado o sobre los suelos con o sin cubierta vegetal;
- VII. La mezcla de residuos peligrosos con residuos sólidos;
- VIII. El transporte inadecuado de residuos sólidos; y
- IX. El confinamiento o depósito final de residuos en estado líquido o con contenidos líquidos que excedan los máximos permitidos por las normas oficiales mexicanas o las normas ambientales para el Distrito Federal.
- X. La mezcla de residuos no peligrosos con peligrosos, se considerará como un residuo peligroso.

Artículo 170. Es responsabilidad de la Secretaría elaborar programas para reducir la generación de residuos.

La generación, la separación, el acopio, el almacenamiento, transporte y disposición final de los residuos sólidos, estarán sujetas al Reglamento de ésta Ley y a la normatividad correspondiente.

Artículo 171. En materia de residuos sólidos, corresponde a la Secretaría:

- I. Expedir normas ambientales para el Distrito Federal en materia de generación y manejo;
- II. Inspeccionar y vigilar el cumplimiento de esta ley, su reglamento, las normas oficiales mexicanas y las normas ambientales para el Distrito Federal en materia de generación y manejo, y en su caso imponer las sanciones que correspondan; y
- III. Tomar las medidas preventivas necesarias para evitar contingencias ambientales por la generación, manejo, tratamiento y disposición final.

Artículo 173. Cuando la generación, manejo y disposición final de residuos sólidos produzca contaminación del suelo, independientemente de las sanciones penales o administrativas que procedan, los responsables estarán obligados a:

- I. Llevar a cabo las acciones necesarias para recuperar y restablecer las condiciones del suelo; y
- II. En caso de que la recuperación y restablecimiento no sean factibles, a indemnizar los daños causados de conformidad con la legislación civil aplicable.

Son responsables solidarios por los daños que se produzcan tanto el generador como las empresas que presten los servicios de manejo, transporte y disposición final de los residuos sólidos e industriales no peligrosos.

Artículo 173. Los residuos no peligrosos que sean usados, tratados o reciclados, en un proceso distinto al que los generó, dentro del mismo predio, serán sujetos a un control interno por parte del generador, de acuerdo con lo que establezca la normatividad correspondiente.

5. Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal⁵

Artículo 1. La presente Ley es de observancia en el Distrito Federal, sus disposiciones son de orden público e interés social, y tiene por objeto regular la gestión integral de los residuos sólidos considerados como no peligrosos, así como la prestación del servicio público de limpia.

⁵ "Ley de Residuos Sólidos del distrito federal", publicada en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 22 de abril de 2003. México.

Artículo 3. Para los efectos de la presente Ley se entiende por:

- I. Acopio: La acción tendiente a reunir residuos sólidos en un lugar determinado y apropiado para su recolección, tratamiento o disposición final;
- II. Almacenamiento: El depósito temporal de los residuos sólidos en contenedores previos a su recolección, tratamiento o disposición final;
- III. Almacenamiento selectivo o separado: La acción de depositar los residuos sólidos en los contenedores diferenciados;
- IV. Aprovechamiento del valor o valorización: El conjunto de acciones cuyo objetivo es mantener a los materiales que los constituyen en los ciclos económicos o comerciales, mediante su reutilización, remanufactura, rediseño, reprocesamiento, reciclado y recuperación de materiales secundarios con lo cual no se pierde su valor económico;
- V. Biogás: El conjunto de gases generados por la descomposición microbiológica de la materia orgánica;
- VI. Composta: El producto resultante del proceso de composteo;
- VII. Composteo: El proceso de descomposición aerobia de la materia orgánica mediante la acción de microorganismos específicos;
- VIII. Contenedor: El recipiente destinado al depósito temporal de los residuos sólidos;
- IX. Criterios: Los lineamientos obligatorios contenidos en la presente Ley para orientar las acciones de gestión integral de los residuos sólidos, que tendrán el carácter de instrumentos de política ambiental;
- X. Delegaciones: Los órganos político administrativos de cada demarcación territorial en las que se divide el Distrito Federal;
- XI. Disposición final: La acción de depositar o confinar permanentemente residuos sólidos en sitios o instalaciones cuyas características prevean afectaciones a la salud de la población y a los ecosistemas y sus elementos;
- XII. Estaciones de transferencia: Las instalaciones para el trasbordo de los residuos sólidos de los vehículos de recolección a los vehículos de transferencia;
- XIII. Generación: La acción de producir residuos sólidos a través de procesos productivos o de consumo;
- XIV. Generadores de alto volumen: Las personas físicas o morales que generen un promedio igual o superior a 50 kilogramos diarios en peso bruto total de los residuos sólidos o su equivalente en unidades de volumen;
- XV. Gestión integral: El conjunto articulado e interrelacionado de acciones y normas operativas, financieras, de planeación, administrativas, sociales, educativas, de monitoreo, supervisión y evaluación para el manejo de los residuos sólidos, desde su generación hasta la disposición final;
- XVI. Impactos ambientales significativos: Aquellos realizados por las actividades humanas que sobrepasen los límites permisibles en las normas oficiales mexicanas, las normas ambientales para el Distrito Federal, la ley ambiental, la ley General, los reglamentos y demás disposiciones jurídicas aplicables, o bien aquellos producidos por efectos naturales que implique daños al ambiente;
- XVII. Ley General: La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente;
- XVIII. Ley Ambiental: La Ley Ambiental del Distrito Federal;
- XIX. Lixiviados: Los líquidos que se forman por la reacción, arrastre o filtrado de los materiales que constituyen los residuos sólidos y que contienen sustancias en forma disuelta o en suspensión que pueden infiltrarse en los suelos o escurrirse fuera de los sitios en los que se depositen residuos sólidos y que puede dar lugar a la contaminación del suelo y de cuerpos de agua;
- XX. Manejo: El conjunto de acciones que involucren la identificación caracterización, clasificación, etiquetado, marcado, envasado, empaçado, selección, acopio, almacenamiento, transporte, transferencia, tratamiento y, en su caso, disposición final de los residuos sólidos;
- XXI. Minimización: El conjunto de medidas tendientes a evitar la generación de los residuos sólidos y aprovechar, tanto sea posible, el valor de aquellos cuya generación no sea posible evitar;
- XXII. Plan de manejo: El instrumento de gestión integral de los residuos sólidos, que contiene el conjunto de acciones, procedimientos y medios dispuestos para facilitar el acopio y la devolución de productos de consumo que al desecharse se conviertan en residuos sólidos, cuyo objetivo es lograr la minimización de la generación de los residuos sólidos y la máxima valorización posible de materiales y subproductos contenidos en los mismos, bajo criterios de eficiencia ambiental, económica y social, así como para realizar un manejo adecuado de los residuos sólidos que se generen;
- XXIII. Planta de selección y tratamiento: La instalación donde se lleva a cabo cualquier proceso de selección y tratamiento de los residuos sólidos para su valorización o, en su caso, disposición final;
- XXIV. Pepena: La acción de recoger entre los residuos sólidos aquellos que tengan valor en cualquier etapa del sistema de manejo;
- XXV. Procuraduría: La Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del Distrito Federal;

- XXVI. Recolección: La acción de recibir los residuos sólidos de sus generadores y trasladarlos a las instalaciones para su transferencia, tratamiento o disposición final;
- XXVII. Recolección selectiva o separada: La acción de recolectar los residuos sólidos de manera separada en orgánicos, inorgánicos y de manejo especial;
- XXVIII. Reciclaje: La transformación de los materiales o subproductos contenidos en los residuos sólidos a través de distintos procesos que permiten restituir su valor económico;
- XXIX. Relleno sanitario: La obra de infraestructura que aplica métodos de ingeniería para la disposición final de los residuos sólidos ubicados en sitios adecuados al ordenamiento ecológico, mediante el cual los residuos sólidos se depositan y compactan al menor volumen práctico posible y se cubren con material natural o sintético para prevenir y minimizar la generación de contaminantes al ambiente y reducir los riesgos a la salud;
- XXX. Residuos de manejo especial: Los que requieran sujetarse a planes de manejo específicos con el propósito de seleccionarlos, acopiarlos, transportarlos, aprovechar su valor o sujetarlos a tratamiento o disposición final de manera ambientalmente adecuada y controlada;
- XXXI. Residuos urbanos: Los generados en casa habitación, unidad habitacional o similares 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 provenientes de cualquier otra actividad que genere residuos sólidos con características domiciliarias y los resultantes de la limpieza de las vías públicas y áreas comunes, siempre que no estén considerados por esta Ley como residuos de manejo especial;
- XXXII. Residuos Orgánicos: Todo residuo sólido biodegradable;
- XXXIII. Residuos Inorgánicos: Todo residuo que no tenga características de residuo orgánico y que pueda ser susceptible a un proceso de valorización para su reutilización y reciclaje, tales como vidrio, papel, cartón, plásticos, laminados de materiales reciclables, aluminio y metales no peligrosos y demás no considerados como de manejo especial;
- XXXIV. Residuos sólidos: El material, producto o subproducto que sin ser considerado como peligroso, se descarte o deseché y que sea susceptible de ser aprovechado o requiera sujetarse a métodos de tratamiento o disposición final;
- XXXV. Reutilización: El empleo de un residuo sólido sin que medie un proceso de transformación;
- XXXVI. Secretaría: La Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal; y
- XXXVII. Tratamiento: El procedimiento mecánico, físico, químico, biológico o térmico, mediante el cual se cambian las características de los residuos sólidos y se reduce su volumen o peligrosidad.

Artículo 5. Corresponde a la o el Jefe de Gobierno el ejercicio de las siguientes facultades:

- I. Prestar el servicio público de limpia a través de las entidades, dependencias y órganos que al efecto señale la presente Ley;
- II. Aprobar el Programa de Gestión Integral de los Residuos Sólidos, de conformidad con lo dispuesto en la Ley de Planeación del Desarrollo del Distrito Federal;
- III. Expedir los ordenamientos que se deriven de la presente ley;
- IV. Celebrar convenios de coordinación en materia de manejo de los residuos sólidos y prestación del servicio público de limpia con la Federación, entidades federativas y municipios;
- V. Proponer el pago de derechos por la prestación del servicio público de limpia correspondiente en las disposiciones del Código Financiero del Distrito Federal; y
- VI. Las demás que en la materia le otorguen esta Ley y otros ordenamientos jurídicos aplicables.

Artículo 6. Corresponde a la Secretaría el ejercicio de las siguientes facultades:

- I. Integrar a la política ambiental las disposiciones complementarias que esta Ley establece en materia de gestión integral de los residuos sólidos, así como su aplicación;
- II. Formular, evaluar y cumplir, en el marco de su competencia, con las disposiciones del Programa de Gestión Integral de los Residuos Sólidos que esta Ley establece;
- III. Coordinarse con la Secretaría de Obras y Servicios en la aplicación de las disposiciones complementarias para la restauración, prevención y control de la contaminación del suelo generada por el manejo de los residuos sólidos que establecen esta Ley y demás disposiciones jurídicas aplicables;
- IV. Emitir opinión sobre el diseño, construcción, operación y cierre de estaciones de transferencia, plantas de selección y tratamiento y sitios de disposición final de los residuos sólidos;
- V. Integrar un inventario de los residuos sólidos y sus fuentes generadoras, en coordinación con la Secretaría de Obras y Servicios y las delegaciones;

- VI. Integrar a la política de información y difusión en materia ambiental los asuntos derivados de la generación y manejo de los residuos sólidos;
- VII. Promover la investigación, desarrollo y aplicación de tecnologías, equipos, sistemas y procesos que eliminen, reduzcan o minimicen la liberación al ambiente y la transferencia de uno a otro de sus elementos, de contaminantes provenientes del manejo de los residuos sólidos;
- VIII. Emitir las normas ambientales para el Distrito Federal con relación a la operación, recolección, transporte, almacenamiento, reciclaje, tratamiento, industrialización y disposición final de residuos sólidos, así como para establecer las condiciones de seguridad, requisitos y limitaciones en el manejo de los residuos sólidos que presenten riesgo para el ser humano, el equilibrio ecológico y el ambiente;
- IX. Autorizar los planes de manejo a los que esta Ley y su reglamento hacen referencia;
- X. Inspeccionar y vigilar, en el ámbito de su competencia, el cumplimiento de las disposiciones de la presente Ley, su reglamento y demás aplicables;
- XI. Aplicar las medidas de seguridad e imponer las sanciones que correspondan por violaciones o incumplimiento a este ordenamiento, en el ámbito de su competencia; y
- XII. La atención de los demás asuntos que en materia de los residuos sólidos le conceda esta Ley y otros ordenamientos en concordancia con ella y que no estén expresamente atribuidos a la Federación.

Artículo 7. Corresponde a la Secretaría de Obras y Servicios el ejercicio de las siguientes facultades:

- I. Planear, organizar, normar, controlar y vigilar la prestación del servicio público de limpia en sus etapas de barrido y recolección en vías primarias, transferencia, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos;
- II. Formular, ejecutar, vigilar y evaluar el Programa para la Prestación de los Servicios de Limpia de su competencia con base en los lineamientos establecidos en el Programa de Gestión Integral de los Residuos Sólidos;
- III. Planear y ejecutar las obras y prestación del servicio público de limpia en más de una demarcación territorial o cuando se trate de alta especialidad técnica, de conformidad con las disposiciones jurídicas aplicables;
- IV. Establecer los criterios y normas técnicas para la construcción, conservación y mantenimiento de la infraestructura y equipamiento para el manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos;
- V. Autorizar y registrar a los establecimientos mercantiles y de servicios relacionados con la recolección, manejo, tratamiento, reutilización, reciclaje y disposición final de los residuos sólidos y vigilar su funcionamiento;
- VI. Llevar a cabo los estudios que sustenten la necesidad de otorgar concesiones para la prestación del servicio público de limpia y, en los casos viables otorgar la concesión correspondiente con base en las disposiciones jurídicas aplicables;
- VII. Realizar los estudios y proyectos de obras de infraestructura para el manejo de los residuos sólidos de su competencia;
- VIII. Diseñar, construir, organizar, operar y mantener las estaciones de transferencia, plantas de selección y tratamiento, y sitios para la disposición final de los residuos sólidos, con base en el Programa de Gestión Integral de los Residuos Sólidos;
- IX. Participar en la celebración de convenios para el traslado de los residuos sólidos desde o hacia otras entidades federativas, así como la inspección y vigilancia de dicho traslado;
- X. Restaurar y recuperar el suelo contaminado por las actividades del manejo de los residuos sólidos y prestación del servicio público de limpia de su competencia, en concordancia con las disposiciones complementarias o lineamientos técnicos, establecidos por la Secretaría;
- XI. Inspeccionar y vigilar, en el ámbito de su competencia, el cumplimiento de las disposiciones de la presente Ley, su Reglamento y demás aplicables;
- XII. Aplicar las medidas de seguridad e imponer las sanciones que correspondan por violaciones o incumplimiento a este ordenamiento, en el ámbito de su competencia;
- XIII. Atender los asuntos en materia de los residuos sólidos que se generen entre el Distrito Federal y una o más entidades federativas, en coordinación con las autoridades competentes; y
- XIV. Atender los demás asuntos que en materia de los residuos sólidos le concedan esta Ley y otros ordenamientos jurídicos aplicables y que no estén expresamente atribuidos a la Federación o a otras dependencias o entidades de la administración pública del Distrito Federal.

Artículo 8. Corresponde a la Secretaría de Salud del Distrito Federal, en el ámbito de su competencia, emitir recomendaciones y, en coordinación con la Secretaría y la Secretaría de Obras y Servicios, determinar la aplicación de las medidas de seguridad, dirigidas a evitar riesgos y daños a la salud de la población, derivados del manejo, almacenamiento, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos.

Artículo 9. Corresponde a la Procuraduría la atención de las denuncias ciudadanas que cualquier persona le presente por violaciones o incumplimiento a las disposiciones de la presente Ley, dándole curso legal en los términos de su Ley Orgánica.

Artículo 10. Corresponde a las Delegaciones el ejercicio de las siguientes facultades:

- I. Formular, ejecutar, vigilar y evaluar el programa delegacional de prestación del servicio público de limpia de su competencia, con base en los lineamientos establecidos en el Programa de Gestión Integral de los Residuos Sólidos;
- II. Prestar el servicio público de limpia en sus etapas de barrido de las áreas comunes y vialidades secundarias, la recolección de los residuos sólidos, su transporte a las estaciones de transferencia, plantas de tratamiento y selección o a sitios de disposición final, de conformidad con las normas ambientales en la materia y los lineamientos que al efecto establezca la Secretaría de Obras y Servicios;
- III. Erradicar la existencia de tiraderos clandestinos de los residuos sólidos;
- IV. Orientar a la población sobre las prácticas de separación en la fuente y aprovechamiento y valorización de los residuos sólidos;
- V. Promover programas de capacitación a los servidores públicos, así como de fomento y orientación a la población sobre la gestión integral de los residuos sólidos;
- VI. Instalar el equipamiento para el depósito separado de los residuos sólidos en la vía pública y áreas comunes y supervisar periódicamente su buen estado y funcionamiento;
- VII. Organizar administrativamente el servicio público de limpia de su competencia, el nombramiento del personal necesario y proporcionar los elementos, equipos, útiles y, en general, todo el material indispensable para la prestación de dicho servicio;
- VIII. Establecer las rutas, horarios y frecuencias en que debe prestarse el servicio de recolección selectiva de los residuos sólidos de su competencia pudiendo, una vez escuchados los vecinos, modificarlos de acuerdo a las necesidades de dicho servicio;
- IX. Atender oportunamente las quejas del público sobre la prestación del servicio público de limpia de su competencia y dictar las medidas necesarias para su mejor y pronta solución;
- X. Solicitar autorización de la Secretaría de Obras y Servicios para el otorgamiento de las declaraciones de apertura, licencias y autorizaciones de funcionamiento de los establecimientos mercantiles y de servicios relacionados con el manejo, tratamiento, reutilización, reciclaje y disposición final de los residuos sólidos;
- XI. Solicitar a la Secretaría de Obras y Servicios la realización de estudios con relación a las propuestas que éstas le envíen para otorgar concesiones para la prestación del servicio público de limpia de competencia de la delegación y, en su caso, aprobar dichas concesiones;
- XII. Participar, bajo la coordinación de la Secretaría de Obras y Servicios, en la atención de los asuntos de los efectos que genere la realización de los servicios de limpia que se realicen en la delegación y que afecten o puedan afectar a otra delegación o municipio;
- XIII. Inspeccionar y vigilar, en el ámbito de su competencia, el cumplimiento de las disposiciones de la presente Ley, su reglamento y demás aplicables;
- XIV. Aplicar las medidas de seguridad e imponer las sanciones que correspondan por violaciones o incumplimiento a este ordenamiento, en el ámbito de su competencia;
- XV. Integrar a la política delegacional de información y difusión en materia ambiental los asuntos relacionados con la realización del servicio público de limpia de su competencia; y
- XVI. Atender los demás asuntos que en materia de los residuos sólidos le conceda esta Ley y otros ordenamientos jurídicos aplicables.

De las disposiciones complementarias de la política ambiental

Artículo 11. La Secretaría, en coordinación con la Secretaría de Obras y Servicios y con opinión de las delegaciones, formulará y evaluará el Programa de Gestión Integral de los Residuos Sólidos, mismo que integrará los lineamientos, acciones y metas en materia de manejo integral de los residuos sólidos y la prestación del servicio público de limpia con base en los siguientes criterios:

- I. Adoptar medidas para la reducción de la generación de los residuos sólidos, su separación en la fuente de origen, su recolección y transporte separados, así como su adecuado aprovechamiento, tratamiento y disposición final;
- II. Promover la reducción de la cantidad de los residuos sólidos que llegan a disposición final;
- III. Adoptar medidas preventivas, considerando los costos y beneficios de la acción u omisión, cuando exista evidencia científica que compruebe que la liberación al ambiente de residuos sólidos pueden causar daños a la salud o al ambiente;
- IV. Prevenir la liberación de los residuos sólidos que puedan causar daños al ambiente o a la salud humana y la transferencia de contaminantes de un medio a otro;

- V. Prever la infraestructura necesaria para asegurar que los residuos sólidos se manejen de manera ambientalmente adecuada;
- VI. Promover la cultura, educación y capacitación ambientales, así como la participación del sector social, privado y laboral, para el manejo integral de los residuos sólidos;
- VII. Fomentar la responsabilidad compartida entre productores, distribuidores y consumidores en la educación de la generación de los residuos sólidos y asumir el costo de su adecuado manejo;
- VIII. Fomentar la participación activa de las personas, la sociedad civil organizada y el sector privado e el manejo de los residuos sólidos;
- IX. Armonizar las políticas de ordenamiento territorial y ecológico con el manejo integral de los residuos sólidos, identificando áreas apropiadas para la ubicación de infraestructura;
- X. Fomentar la generación, sistematización y difusión de información del manejo de los residuos sólidos para la toma de decisiones;
- XI. Definir las estrategias sectoriales e intersectoriales para la minimización y prevención de la generación y el manejo de los residuos sólidos, conjugando las variables económicas, sociales, culturales, tecnológicas, sanitarias y ambientales en el marco de la sustentabilidad;
- XII. Promover medidas para evitar el depósito, descarga, acopio y selección de los residuos sólidos en áreas o en condiciones no autorizadas;
- XIII. Promover sistemas de reutilización, depósito retorno u otros similares que reduzcan la generación de residuos, en el caso de productos o envases que después de ser utilizados generen residuos en alto volumen o que originen impactos ambientales significativos;
- XIV. Establecer las medidas adecuadas para reincorporar al ciclo productivo materiales o sustancias reutilizables o reciclables y para el desarrollo de mercados de subproductos para la valorización de los residuos sólidos;
- XV. Fomentar el desarrollo uso de tecnologías, métodos, prácticas y procesos de producción y comercialización que favorezcan la minimización y valorización de los residuos sólidos;
- XVI. Establecer acciones orientadas a recuperar los sitios contaminados por el manejo de los residuos sólidos;
- XVII. Establecer las condiciones que deberán cumplirse para el cierre de estaciones de transferencia, plantas de selección y tratamiento y rellenos sanitarios, de manera que no existan suelos contaminados por el manejo de los residuos sólidos y medidas para monitorear dichos sitios, ulterior al cierre, con plazos no menores a diez años posteriores a su cierre;
- XVIII. Evitar el manejo y disposición de residuos de manejo especial líquidos o semisólidos, sin que hayan sido sometidos a procesos para deshidratarlos, neutralizarlos y estabilizarlos;
- XIX. Evitar la disposición final de los residuos sólidos que sean incompatibles y puedan provocar reacciones que liberen gases, provoquen incendios o explosiones o que puedan solubilizar las sustancias potencialmente tóxicas contenidas en ellos; y
- XX. Los demás que establezca el Reglamento y otros ordenamientos aplicables.

La Secretaría, la Secretaría de Obras y Servicios y las delegaciones ejecutarán, en el marco de su competencia, los contenidos del Programa de Gestión Integral de los Residuos Sólidos.

Los programas de carácter metropolitano que acuerde el Gobierno del Distrito Federal considerarán las disposiciones que esta Ley establece para la gestión integral de los residuos sólidos.

Artículo 12. La Secretaría de Obras y Servicios y las delegaciones formularán, ejecutarán y evaluarán los programas correspondientes a la prestación de los servicios de limpia de sus respectivas competencias con base en el Programa de Gestión Integral de los Residuos Sólidos, así como en las disposiciones que establecen esta Ley, su reglamento y demás disposiciones jurídicas aplicables.

En la elaboración de los programas a los que se refiere el presente Capítulo, las autoridades competentes promoverán la participación de la sociedad.

Artículo 13. La Secretaría de Obras y Servicios, al elaborar el programa de prestación del servicio público de limpia de su competencia, deberá considerar las disposiciones contenidas en esta Ley, su reglamento, las normas oficiales mexicanas, las normas ambientales para el Distrito Federal, el Programa de Gestión Integral de los Residuos Sólidos, los criterios y normas técnicas para la prestación del servicio público de limpia, y otros ordenamientos jurídicos aplicables.

Artículo 14. La Secretaría de Obras y Servicios, en coordinación con la Secretaría y las Secretarías de Desarrollo Económico y de Finanzas, promoverá instrumentos económicos para aquellas personas que desarrollen acciones de prevención, minimización

y valorización, así como para inversión en tecnología y utilización de prácticas, métodos o procesos que coadyuven a mejorar el manejo integral de los residuos sólidos.

Artículo 15. En aquellos casos en que sea técnica y económicamente factible, la o el Jefe de Gobierno del Distrito Federal, a través de las autoridades competentes, promoverá la creación de mercados de subproductos que establezcan mecanismos que involucren la participación de los productores, distribuidores, comercializadores y consumidores en la valorización de los materiales y productos que se conviertan en residuos sólidos.

Artículo 16. Los programas de educación formal y no formal que desarrollen o fomenten los centros o instituciones educativas de competencia del Distrito Federal, así como las asociaciones o instituciones legalmente constituidas, establecerán mecanismos orientados a fomentar una cultura de manejo integral de los residuos sólidos que promuevan, además, la separación seleccionada de dichos residuos y su valorización.

Artículo 17. Los programas de difusión en materia ambiental de la Secretaría y de las delegaciones incluirán campañas periódicas para fomentar la reducción de la cantidad y peligrosidad, la separación obligatoria y la valorización de los residuos sólidos.

Artículo 18. La Secretaría, la Secretaría de Obras y Servicios y las delegaciones, en el ámbito de sus respectivas competencias, promoverán la participación de todos los sectores de la sociedad mediante:

- I. Su participación en el fomento y apoyo en la conformación, consolidación y operación de grupos intersectoriales para el diseño e instrumentación de los programas en materia de los residuos sólidos;
- II. La difusión de información y promoción de actividades de cultura, educación y capacitación ambientales relacionados con el manejo de los residuos sólidos;
- III. La promoción de proyectos pilotos y de demostración destinados a generar elementos de información para sustentar programas en materia de los residuos sólidos; y
- IV. La promoción de las demás acciones que determine el reglamento de la presente Ley.

Artículo 19. Las autoridades establecidas en el artículo 4º de la presente Ley sistematizarán y pondrán a disposición del público la información obtenida en el ejercicio de sus funciones vinculadas a la generación y manejo integral de los residuos sólidos, y la prestación de los servicios de limpia a su cargo, mediante los mecanismos establecidos en el capítulo correspondiente de la Ley Ambiental, sin perjuicio de la debida reserva de aquella información protegida por las leyes.

De la prevención y minimización de la generación

Artículo 21. Toda persona que genere residuos sólidos tiene la propiedad y responsabilidad de su manejo hasta el momento en que son entregados al servicio de recolección, o depositados en los contenedores o sitios autorizados para tal efecto por la autoridad competente.

Artículo 22. Para la prevención de la generación, valorización y manejo de los residuos sólidos, se incluirá en el reglamento las disposiciones para formular planes de manejo, guías y lineamientos para generadores de alto volumen de los residuos sólidos.

Artículo 23. Las personas físicas o morales responsables de la producción, distribución o comercialización de bienes que, una vez terminada su vida útil, originen residuos sólidos en alto volumen o que produzcan desequilibrios significativos al medio ambiente, cumplirán, además de las obligaciones que se establezcan en el Reglamento, con las siguientes:

- I. Instrumentar planes de manejo de los residuos sólidos en sus procesos de producción, prestación de servicios o en la utilización de envases y embalajes, así como su fabricación o diseño, comercialización o utilización que contribuyan a la minimización de los residuos sólidos y promuevan la reducción de la generación en la fuente, su valorización o disposición final, que ocasionen el menor impacto ambiental posible;
- II. Adoptar sistemas eficientes de recuperación o retorno de los residuos sólidos derivados de la comercialización de sus productos finales; y
- III. Privilegiar el uso de envases y embalajes que una vez utilizados sean susceptibles de valorización mediante procesos de reuso y reciclaje.

El Reglamento determinará los bienes a los que se refiere este artículo.

Artículo 24. Es responsabilidad de toda persona, física o moral, en el Distrito Federal:

- I. Separar, reducir y evitar la generación de los residuos sólidos;
- II. Barrer diariamente las banquetas, andadores y pasillos y mantener limpios de residuos sólidos los frentes de sus viviendas o establecimientos industriales o mercantiles, así como los terrenos de su propiedad que no tengan construcción, a efecto de evitar contaminación y molestias a los vecinos;
- III. Fomentar la reutilización y reciclaje de los residuos sólidos;
- IV. Cumplir con las disposiciones específicas, criterios, normas y recomendaciones técnicas;
- V. Almacenar los residuos sólidos con sujeción a las normas sanitarias y ambientales para evitar daño a terceros y facilitar la recolección;
- VI. Poner en conocimiento de las autoridades competentes las infracciones que se estimen se hubieran cometido contra la normatividad de los residuos sólidos; y
- VII. Las demás que establezcan los ordenamientos jurídicos aplicables.

Artículo 25. Queda prohibido por cualquier motivo:

- I. Arrojar o abandonar en la vía pública, áreas comunes, parques, barrancas, y en general en sitios no autorizados, residuos sólidos de cualquier especie;
- II. Depositar animales muertos, residuos sólidos que despidan olores desagradables o aquellos provenientes de la construcción en los contenedores instalados en la vía pública para el arrojado temporal de residuos sólidos de los transeúntes;
- III. Quemar a cielo abierto o en lugares no autorizados, cualquier tipo de los residuos sólidos;
- IV. Arrojar o abandonar en lotes baldíos, a cielo abierto o en cuerpos de aguas superficiales o subterráneas, sistemas de drenaje, alcantarillado o en fuentes públicas, residuos sólidos de cualquier especie;
- V. Peparar residuos sólidos de los recipientes instalados en la vía pública y dentro de los sitios de disposición final y sus alrededores;
- VI. Instalar contenedores de los residuos sólidos en lugares no autorizados;
- VII. Fijar propaganda comercial o política en el equipamiento urbano destinado a la recolección de los residuos sólidos, así como fijar en los recipientes u otro mobiliario urbano destinado al depósito y recolección colores alusivos a algún partido político;
- VIII. Fomentar o crear basureros clandestinos;
- IX. Confinar residuos sólidos fuera de los sitios destinados para dicho fin en parques, áreas verdes, áreas de valor ambiental, áreas naturales protegidas, zonas rurales o áreas de conservación ecológica;
- X. Tratar térmicamente los residuos sólidos recolectados, sin considerar las disposiciones jurídicas aplicables;
- XI. Diluir o mezclar residuos sólidos o industriales peligrosos en cualquier líquido y su vertimiento al sistema de alcantarillado, a cualquier cuerpo de agua o sobre suelos con o sin cubierta vegetal;
- XII. Mezclar residuos peligrosos con residuos sólidos e industriales no peligrosos; y
- XIII. Confinar o depositar en sitios de disposición final residuos en estado líquido o con contenidos líquidos que excedan los máximos permitidos por las normas oficiales mexicanas o las normas ambientales del Distrito Federal.

Las violaciones a lo establecido en este artículo se sancionarán de conformidad con lo dispuesto en esta Ley, sin perjuicio de lo establecido en la Ley de Justicia Cívica del Distrito Federal y demás ordenamientos jurídicos aplicables.

Artículo 26. Los propietarios, directores responsables de obra, contratistas y encargados de inmuebles en construcción o demolición, son responsables solidarios en caso de provocarse la diseminación de materiales, escombros y cualquier otra clase de residuos sólidos, así como su mezcla con otros residuos ya sean de tipo orgánico o peligrosos.

Artículo 27. La Secretaría elaborará y mantendrá actualizado, en los términos del reglamento, un inventario que contenga la clasificación de los residuos sólidos y sus tipos de fuentes generadoras, con la finalidad de:

- I. Orientar la toma de decisiones tendientes a la prevención, control y minimización de dicha generación;
- II. Proporcionar a quien genere, recolecte, trate o disponga finalmente los residuos sólidos, indicadores acerca de su estado físico y propiedades o características inherentes que permitan anticipar su comportamiento en el ambiente;
- III. Dar a conocer la relación existente entre las características físicas, químicas o biológicas inherentes a los residuos sólidos, y la probabilidad de que ocasionen o puedan ocasionar efectos adversos a la salud humana, al ambiente o a los bienes en función de sus volúmenes, sus formas de manejo y la exposición que de éste se derive; y

- IV. Identificar las fuentes generadoras, los diferentes tipos de los residuos sólidos, los distintos materiales que los constituyen y los aspectos relacionados con su valorización.

Artículo 28. Para los efectos del artículo anterior, la categorización de los residuos sólidos que deberá contener dicho inventario podrá considerar las características físicas, químicas o biológicas que los hacen:

- I. Inertes;
- II. Fermentables;
- III. De alto valor calorífico y capaces de combustión;
- IV. Volátiles;
- V. Solubles en distintos medios;
- VI. Capaces de salinizar suelos;
- VII. Capaces de provocar incrementos excesivos de la carga orgánica en cuerpos de agua y el crecimiento excesivo de especies acuáticas que ponga en riesgo la supervivencia de otras;
- VIII. Persistentes; y
- IX. Bioacumulables.

De la clasificación

Artículo 29. Para los efectos de esta Ley, los residuos sólidos se clasifican en:

- I. Residuos urbanos; y
- II. Residuos de manejo especial considerados como no peligrosos y sean competencia del Distrito Federal.

Artículo 30. Son residuos urbanos los que se refiere la fracción XXXI del artículo 3º de la presente Ley, así como los residuos provenientes de las actividades de limpieza y cuidado de áreas verdes a las que se refiere la Ley Ambiental.

Artículo 31. Son residuos de manejo especial, siempre y cuando no estén considerados como peligrosos de conformidad con las disposiciones federales aplicables, y sean competencia del Distrito Federal, los siguientes:

- I. Los provenientes de servicios de salud, generados por establecimientos que realicen actividades médico-asistenciales a las poblaciones humanas o animales, centros de investigación, desarrollo o experimentación en el área de farmacología y salud;
- II. Los cosméticos y alimentos no aptos para el consumo generados por establecimientos comerciales, de servicios o industriales;
- III. Los generados por las actividades agrícolas, forestales y pecuarias, incluyendo los residuos de insumos utilizados en esas actividades;
- IV. Los de servicios de transporte, generados como consecuencia de las actividades que se realizan en terminales de transporte;
- V. Los residuos de la demolición, mantenimiento y construcción civil en general;
- VI. Los residuos tecnológicos provenientes de las industrias de informática, fabricantes de productos electrónicos o de vehículos automotores y otros que al transcurrir su vida útil y que, por sus características, requieran de un manejo específico;
- VII. Los lodos deshidratados;
- VIII. Los neumáticos usados, muebles, enseres domésticos usados en gran volumen, plásticos y otros materiales de lenta degradación;
- IX. Los de laboratorios industriales, químicos, biológicos, de producción o de investigación;
- X. Los demás que determine el Reglamento.

Artículo 32. Los residuos de manejo especial estarán sujetos a planes de manejo conforme a las disposiciones que establezca esta Ley, su reglamento y los ordenamientos jurídicos de carácter local y federal que al efecto se expidan para su manejo, tratamiento y disposición final.

Los generadores de residuos de manejo especial deberán instrumentar planes de manejo, mismos que deberán ser autorizados por la Secretaría.

De la separación

Artículo 33. Todo generador de residuos sólidos debe separarlos en orgánicos e inorgánicos, dentro de sus domicilios, empresas, establecimientos mercantiles, industriales y de servicios, instituciones públicas y privadas, centros educativos y dependencias gubernamentales y similares.

Estos residuos sólidos, deben depositarse en contenedores separados para su recolección por el servicio público de limpia, con el fin de facilitar su aprovechamiento, tratamiento y disposición final, o bien, llevar aquellos residuos sólidos valorizables directamente a los establecimientos de reutilización y reciclaje.

El Reglamento definirá la subclasificación que deberá aplicar para la separación obligatoria de residuos sólidos, con base a las disposiciones del presente artículo para cada una de las clasificaciones establecidas, así como para los distintos tipos de generadores.

Artículo 34. La Secretaría de Obras y Servicios y las delegaciones, en el marco de sus respectivas competencias, instrumentarán los sistemas de depósito y recolección separada de los residuos sólidos, así como de aprovechamiento, tratamiento y disposición final, de conformidad con lo señalado en el Reglamento y el Programa de Gestión Integral de los Residuos Sólidos.

Los recipientes y contenedores que las autoridades dispongan en la vía pública deberán ser diferenciados para residuos urbanos en orgánicos e inorgánicos.

Artículo 35. Los residuos de manejo especial, deberán separarse conforme a la clasificación establecida en el artículo 31 de la presente Ley, dentro de las instalaciones donde se generen, así como en las plantas de selección y tratamiento, con la finalidad de identificar aquellos que sean susceptibles de valorización.

Del servicio público de limpia

Artículo 36. La prestación del servicio de limpia en el Distrito Federal constituye un servicio público que estará a cargo de la Administración Pública del Distrito Federal, a través de la Secretaría de Obras y Servicios y las Delegaciones, en los términos de esta Ley y demás ordenamientos jurídicos aplicables.

El servicio público de limpia comprende:

El barrido de vías públicas, áreas comunes y vialidades, así como la recolección de los residuos sólidos; y La transferencia, aprovechamiento, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos.

Artículo 37. En la prestación del servicio público de limpia se deberán cumplir las disposiciones de esta Ley, su reglamento, los programas correspondientes y demás disposiciones jurídicas aplicables, haciéndolas del conocimiento de su personal de servicio y a quienes se lo presten. Asimismo, se deberán establecer medidas preventivas para atender emergencias en caso de riesgos de acuerdo con las disposiciones jurídicas aplicables.

Del barrido y la recolección

Artículo 38. Todo generador de los residuos sólidos tiene la obligación de entregarlos al servicio de limpia.

El servicio de recolección domiciliaria en casa habitación, unidades habitacionales y demás edificaciones destinadas a vivienda, así como los establecimientos mercantiles considerados como contribuyentes de ingresos menores, se realizará de manera gratuita.

Los establecimientos mercantiles y de servicios distintos a los establecidos en el párrafo anterior, empresas, fábricas, tianguis, mercados sobre ruedas autorizados, mercados públicos, centros de abasto, concentraciones comerciales, industrias y similares, así como las dependencias y entidades federales, que generen residuos sólidos en alto volumen, deberán pagar las tarifas correspondientes por los servicios de recolección y recepción de residuos sólidos que establece el Código Financiero del Distrito Federal.

Artículo 39. Los camiones recolectores de los residuos sólidos, así como los destinados para la transferencia de dichos residuos a las plantas de selección y tratamiento o a los sitios de disposición final, deberán disponer de contenedores seleccionados conforme a la separación selectiva que esta Ley establece.

Artículo 40. Las delegaciones dispondrán contenedores para el depósito de los residuos sólidos de manera separada conforme a lo establecido en la presente Ley, en aquellos sitios que por su difícil accesibilidad o por su demanda así lo requiera, procediendo a su recolección.

Ninguna persona podrá disponer de los residuos sólidos depositados en dichos contenedores y quien lo realice será sancionado y remitido a la autoridad competente.

Asimismo, los generadores de los residuos sólidos a los que se refiere este artículo tienen la obligación de trasladar dichos residuos hasta el sitio que se determine para la prestación del servicio de recolección. Si los usuarios no cumplen con esta obligación serán infraccionados en los términos de la presente Ley.

Artículo 41. Las delegaciones deberán colocar en las vías y áreas públicas los contenedores para el depósito separado de residuos sólidos producidos por los transeúntes o usuarios de los sitios citados, en número y capacidad acordes a las necesidades pertinentes. Asimismo, se obliga a las delegaciones a dar mantenimiento a los contenedores y proceder a la recolección de dichos residuos en forma constante y permanente, conforme lo que establezca el Reglamento y el Programa de Prestación del Servicio público de limpia correspondiente.

Artículo 42. Los contenedores de residuos urbanos deberán mantenerse dentro del predio de la persona que lo habita o del establecimiento de que se trate y sólo se sacarán a la vía pública o áreas comunes el tiempo necesario para su recolección el día y hora señalados por el servicio público de limpia. Dichos contenedores deberán satisfacer las necesidades de servicio del inmueble, y cumplir con las condiciones de seguridad e higiene, de conformidad con la Ley de Salud para el Distrito Federal y demás ordenamientos aplicables.

De la transferencia y tratamiento

Artículo 43. La Secretaría de Obras y Servicios diseñará el sistema de transferencia, selección y tratamiento de los residuos sólidos, procurando la construcción y operación en número suficiente en cada delegación conforme a la cantidad de residuos que se generan en cada demarcación territorial, contando con el personal suficiente para su manejo.

Artículo 44. El ingreso de personas o vehículos a las estaciones de transferencia y plantas de selección y tratamiento de los residuos sólidos tienen acceso restringido conforme a lo que el Reglamento y las normas ambientales establezcan y no podrán convertirse en centros de almacenamiento permanente.

Artículo 45. Para la operación y mantenimiento de las estaciones de transferencia y plantas de selección y tratamiento, así como centros de composteo, se deberá contar con:

- I. Personal previamente capacitado para reconocer la peligrosidad y riesgo de los residuos que manejan y darles un manejo seguro y ambientalmente adecuado;
- II. Programa de preparación y respuesta a emergencias y contingencias que involucren a los residuos sólidos urbanos;
- III. Bitácora en la cual se registren los residuos que se reciben, indicando tipo, peso o volumen, destino y fecha de entrada y salida de los mismos;
- IV. Área para segregar y almacenar temporalmente los residuos, por tiempos acordes con lo que establezcan las disposiciones respectivas; y
- V. Los demás requisitos que determine el Reglamento y normas aplicables.

Artículo 46. Las plantas de selección y tratamiento de los residuos sólidos deberán contar con la infraestructura necesaria para la realización del trabajo especializado para el depósito de dichos residuos de acuerdo a sus características y conforme separación clasificada de los residuos sólidos que esta Ley establece.

Asimismo, deberán contar con básculas y sistemas para llevar el control de los residuos depositados, así como con un sistema adecuado de control de ruidos, olores y emisión de partículas que garantice un adecuado manejo de los residuos sólidos y minimicen los impactos al ambiente y a la salud humana.

Artículo 47. El personal que labore en las estaciones de transferencia y plantas de selección y tratamiento deberá estar debidamente acreditado por la Secretaría de Obras y Servicios.

Artículo 48. Las instalaciones de tratamiento térmico autorizadas deberán cumplir con lo establecido por la legislación vigente, sus reglamentos, las normas oficiales mexicanas y demás ordenamientos jurídicos aplicables. Los administradores o propietarios de dichas plantas deberán realizar reportes mensuales y enviar dicha información a la autoridad competente para su evaluación y control.

La Secretaría emitirá norma ambiental para el Distrito Federal en los términos establecidos en el artículo 37 de la Ley Ambiental del Distrito Federal y demás aplicables, que establezca los requisitos o especificaciones, condiciones, parámetros y límites permisibles en el desarrollo de una actividad humana relacionada con el tratamiento térmico de los residuos sólidos y que sus emisiones puedan causar daños al ambiente y la salud humana, quedando restringida la emisión de dioxinas y furanos a la atmósfera que rebasen los límites establecidos en la normatividad federal y del Distrito Federal aplicable, derivadas de tratamientos térmicos e incineradores.

Cualquier persona puede denunciar ante la autoridad correspondiente cuando se trate de violaciones a las disposiciones del presente artículo en los términos del Capítulo IV del Título Séptimo de esta Ley.

De la disposición final

Artículo 49. Los residuos sólidos que no puedan ser tratados por medio de los procesos establecidos por esta Ley, deberán ser enviados a los sitios de disposición final.

Artículo 50. La selección de los sitios para disposición final, así como la construcción y operación de las instalaciones deberá sujetarse a lo estipulado en las normas oficiales mexicanas y demás ordenamientos jurídicos aplicables.

Artículo 51. Los sitios de disposición final tendrán un acceso restringido a materiales reutilizables o reciclables y deberá recibir un menor porcentaje de residuos orgánicos. Además, emplearán mecanismos para instalar sistemas de extracción de biogás y tratamiento de lixiviados para su recolección.

Artículo 52. Queda prohibida la selección o pepena de los residuos sólidos en los sitios destinados para relleno sanitario.

Artículo 53. La Secretaría de Obras y Servicios deberá establecer programas de capacitación periódica a los trabajadores que laboren en los sitios de disposición final.

El personal que labore en los sitios de disposición final deberá estar debidamente acreditado por la Secretaría de Obras y Servicios.

Artículo 54. Los rellenos sanitarios que hayan cumplido su vida útil se destinarán únicamente como parques, jardines, centros de educación ambiental o sitios para el fomento de la recreación y la cultura.

El reciclaje

Artículo 55. Los productores y comercializadores cuyos productos y servicios generen residuos sólidos susceptibles de valorización mediante procesos de reuso o reciclaje realizarán planes de manejo que establezcan las acciones para minimizar la generación de sus residuos sólidos, su manejo responsable y para orientar a los consumidores sobre las oportunidades y beneficios de dicha valorización para su aprovechamiento.

Artículo 56. La Secretaría de Obras y Servicios, en coordinación con la Secretaría y la Secretaría de Desarrollo Económico, en cumplimiento a lo señalado en el programa de Gestión Integral de los Residuos Sólidos, instrumentarán programas para la utilización de materiales o subproductos provenientes de los residuos sólidos a fin de promover mercados para su aprovechamiento, vinculando al sector privado, organizaciones sociales y otros agentes económicos.

Artículo 57. Las dependencias y entidades del Gobierno del Distrito Federal, de las delegaciones, de la Asamblea Legislativa del Distrito Federal, el Tribunal Superior de Justicia del Distrito Federal y demás órganos autónomos, establecerán en sus oficinas y dependencias sistemas de manejo ambiental, los cuales tendrán por objeto prevenir, minimizar y evitar la generación de residuos y aprovechar su valor.

Asimismo, promoverán que en sus procesos de adquisiciones de bienes para la prestación de sus servicios y cumplimiento de sus funciones, se opte por la utilización y el consumo de productos compuestos total o parcialmente de materiales valorizables, en congruencia con lo que establece la Ley de Adquisiciones del Distrito Federal.

Artículo 58. Las autoridades fomentarán programas para que los establecimientos de mayoristas, tiendas de departamentos y centros comerciales se cuente con espacios y servicios destinados a la recepción de materiales y subproductos de los residuos sólidos valorizables.

Artículo 59. Todo establecimiento mercantil, industrial y de servicios que se dedique a la reutilización o reciclaje de los residuos sólidos deberán:

- I. Obtener autorización de las autoridades competentes;
- II. Ubicarse en lugares que reúnan los criterios que establezca la normatividad aplicable;
- III. Instrumentar un plan de manejo aprobado por la Secretaría para la operación segura y ambientalmente adecuada de los residuos sólidos que valorice;
- IV. Contar con programas para prevenir y responder a contingencias o emergencias ambientales y accidentes;
- V. Contar con personal capacitado y continuamente actualizado; y
- VI. Contar con garantías financieras para asegurar que al cierre de las operaciones en sus instalaciones, éstas queden libres de residuos y no presenten niveles de contaminación que puedan representar un riesgo para la salud humana y el ambiente.

Artículo 60. Los residuos sólidos que hayan sido seleccionados y remitidos a los mercados de valorización y que por sus características no puedan ser procesados, deberán enviarse para su disposición final.

Del composteo

Artículo 61. La Secretaría de Obras y Servicios diseñará, construirá, operará y mantendrá centros de composteo o de procesamiento de residuos urbanos orgánicos, de conformidad con lo que establece el Programa de Gestión Integral de los Residuos Sólidos y el Programa de Prestación del Servicio de Limpia correspondiente.

Las delegaciones podrán encargarse de las actividades señaladas en el párrafo anterior, procurando que las composta producida se utilice, preferentemente, en parques, jardines, áreas verdes, áreas de valor ambiental, áreas naturales protegidas y otras que requieran ser regeneradas.

Artículo 62. La Secretaría de Desarrollo Económico, en coordinación con la Secretaría de Obras y Servicios y con las delegaciones que tengan autorización de operar centros de composteo, promoverá el fomento de mercados para la comercialización del material que resulte de los composteros.

Artículo 63. Los controles sobre las características apropiadas de los materiales para la producción de composta o criterios para cada tipo de composta, se fijarán en el reglamento, debiendo identificar las particularidades de los tipos de que por sus características pueda ser comercializada o donada.

La composta que no pueda ser aprovechada deberá ser enviada a los rellenos sanitarios para su disposición final.

Artículo 64. Toda persona que lleve a cabo procesos de tratamiento de residuos urbanos orgánicos para composta debe cumplir con las disposiciones que establecen las normas oficiales mexicanas y las normas ambientales para el Distrito Federal en esta materia.

De la contaminación del suelo

Artículo 65. Es responsabilidad de toda persona que genere y maneje residuos sólidos, hacerlo de manera que no implique daños a la salud humana ni al ambiente.

Cuando la generación, manejo y disposición final de los residuos sólidos produzca contaminación del suelo, independientemente de las sanciones penales o administrativas que procedan, quien preste el servicio esta obligado a:

- I. Llevar a cabo las acciones necesarias para restaurar y recuperar las condiciones del suelo, de acuerdo a lo establecido en las disposiciones jurídicas aplicables; y
- II. En caso de que la recuperación o restauración no fueran factibles, a indemnizar por los daños causados a terceros o al ambiente de conformidad con la legislación aplicable.

De las medidas de seguridad, sanciones, recurso de conformidad y denuncia ciudadana

Artículo 66. Las autoridades competentes podrán aplicar las siguientes medidas de seguridad cuando las operaciones y procesos empleados durante la recolección, transporte, transferencia, tratamiento, o disposición final representen riesgos significativos para la salud humana o el ambiente:

- I. Asegurar los materiales, residuos o sustancias contaminantes, vehículos, utensilios e instrumentos directamente relacionados con la conducta a que da lugar la imposición de la medida de seguridad, según lo previsto en el párrafo primero de este artículo;
- II. Asegurar, aislar, suspender o retirar temporalmente en forma parcial o total, según corresponda, los bienes, equipos y actividades que generen riesgo significativo o daño;
- III. Clausurar temporal, parcial o totalmente las instalaciones en que se manejen o se preste el servicio correspondiente que den lugar a los supuestos a que se refiere el primer párrafo de este artículo; y
- IV. Suspender las actividades, en tanto no se mitiguen los daños causados.

La autoridad correspondiente podrá solicitar el auxilio de la fuerza pública para ejecutar cualquiera de las acciones anteriores.

Las medidas de seguridad previstas en este capítulo, se sujetarán a lo dispuesto en la Ley del Procedimiento Administrativo del Distrito Federal y demás ordenamientos aplicables.

Artículo 67. Los infractores de la presente Ley, o quienes induzcan directa o indirectamente a alguien a infringirla, serán sancionados con arreglo a lo dispuesto en este Capítulo, de acuerdo a lo siguiente:

- I. Cuando los daños causados al ambiente se produzcan por actividades debidas a diferentes personas, la autoridad competente imputará individualmente esta responsabilidad y sus efectos económicos;
- II. Cuando el generador o poseedor de los residuos, o prestador del servicio, los entregue a persona física o jurídica distinta de las señaladas en esta Ley; o
- III. Cuando sean varios los responsables y no sea posible determinar el grado de participación de cada uno en la realización de la infracción, solidariamente compartirán la responsabilidad.

La imposición de cualquier sanción prevista por la presente Ley no excluye la responsabilidad civil o penal y la eventual indemnización o reparación de daños y perjuicios que puedan recaer sobre el sancionado.

Artículo 68. Las sanciones administrativas podrán ser:

- I. Amonestación;
- II. Multa;
- III. Arresto; y
- IV. Las demás que señalen las leyes o reglamentos.

Artículo 69. Las sanciones cometidas por la violación de las disposiciones de la presente Ley, se aplicarán conforme a lo siguiente:

- I. Amonestación cuando por primera vez se incumplan con las disposiciones contenidas en los artículos 25 fracción V y 33 de esta Ley;
- II. Multa de 10 a 150 días de salario mínimo vigente en el Distrito Federal contra quien por segunda ocasión realice alguna de las conductas descritas en la fracción anterior o por violaciones a lo dispuesto por los artículos 25 fracciones I, II y VI; 26 segundo y tercer párrafos; 40 segundo y tercer párrafos; y 42 de la presente Ley;
- III. Multa de 150 a mil días de salario mínimo vigente en el Distrito Federal las violaciones a lo dispuesto por los artículos 25 fracciones III, IV, VII y VIII; 38 tercer párrafo; 55 y 59 de la presente Ley y la ley Federal de Responsabilidades de los Servidores Públicos; y

IV. Arresto inmutable de 36 horas y multa por mil a veinte mil días de salario mínimo vigente en el Distrito Federal por violaciones a lo dispuesto por el artículo 25 fracciones IX a la XIII de la presente Ley.

Artículo 72. Cuando proceda la clausura, el personal comisionado para ejecutarla procederá a levantar acta circunstanciada de la diligencia, observando las disposiciones aplicables a la realización de inspecciones.

En los casos en que se imponga como sanción la clausura temporal, la autoridad deberá indicar al infractor las medidas de mitigación y acciones que debe llevar a cabo para subsanar las irregularidades que motivaron dicha sanción, así como los plazos para su realización.

Artículo 75. Toda persona, grupos sociales, organizaciones no gubernamentales, asociaciones y sociedades podrán denunciar ante la Procuraduría todo hecho, acto u omisión que produzca o pueda producir desequilibrio ecológico o daños al ambiente o a los recursos naturales derivados del manejo inadecuado de los residuos sólidos, o contravenga las disposiciones de la presente Ley y de los demás ordenamientos que regulen materias relacionadas con la misma.

Artículos transitorios

Primero.- Esta Ley entrará en vigor el día siguiente de su publicación en la Gaceta Oficial del Distrito Federal.

Tercero.- Las disposiciones que esta Ley establece en materia de separación de los residuos sólidos, recolección selectiva de dichos residuos y la instrumentación de planes de manejo aplicarán a partir del primero de enero de 2004. En consecuencia, las autoridades competentes, entrada en vigor la presente Ley, comenzará a implantar medidas y mecanismos tendientes a organizar la estructura e instalar la infraestructura necesaria y llevar a cabo campañas masivas de difusión de los contenidos de la presente Ley.

Cuarto.- La Secretaría de Obras y Servicios tendrá un plazo de 180 días naturales a partir de la entrada en vigor de la presente Ley para elaborar el registro de los establecimientos mercantiles y de servicios relacionados con la recolección, manejo, tratamiento, reutilización, reciclaje y disposición final de los residuos sólidos.

Séptimo.- El Jefe de Gobierno expedirá el reglamento de la presente Ley dentro de los 90 días naturales posteriores a la entrada en vigor del presente decreto.

Octavo.- La Secretaría, la Secretaría de Obras y Servicios y las Delegaciones deberán formular los programas que esta Ley establece dentro de los 180 días naturales posteriores a la entrada en vigor del presente decreto.

6. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos⁶

Artículo 1. La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación, así como establecer las bases para:

- I. Aplicar los principios de valorización, responsabilidad compartida y manejo integral de residuos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, los cuales deben de considerarse en el diseño de instrumentos, programas y planes de política ambiental para la gestión de residuos;
- II. Determinar los criterios que deberán de ser considerados en la generación y gestión integral de los residuos, para prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente y la protección de la salud humana;
- III. Establecer los mecanismos de coordinación que, en materia de prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de residuos, corresponden a la Federación, las entidades federativas y los municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73 fracción XXIX-G de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos;

⁶ "Ley General para la prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos" publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de Octubre de 2003. México

- IV. Formular una clasificación básica y general de los residuos que permita uniformar sus inventarios, así como orientar y fomentar la prevención de su generación, la valorización y el desarrollo de sistemas de gestión integral de los mismos;
- V. Regular la generación y manejo integral de residuos peligrosos, así como establecer las disposiciones que serán consideradas por los gobiernos locales en la regulación de los residuos que conforme a esta Ley sean de su competencia;
- VI. Definir las responsabilidades de los productores, importadores, exportadores, comerciantes, consumidores y autoridades de los diferentes niveles de gobierno, así como de los prestadores de servicios en el manejo integral de los residuos;
- VII. Fomentar la valorización de residuos, así como el desarrollo de mercados de subproductos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica y económica, y esquemas de financiamiento adecuados;
- VIII. Promover la participación corresponsable de todos los sectores sociales, en las acciones tendientes a prevenir la generación, valorización y lograr una gestión integral de los residuos ambientalmente adecuada, así como tecnológica, económica y socialmente viable, de conformidad con las disposiciones de esta Ley;
- IX. Crear un sistema de información relativa a la generación y gestión integral de los residuos peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial, así como de sitios contaminados y remediados;
- X. Prevenir la contaminación de sitios por el manejo de materiales y residuos, así como definir los criterios a los que se sujetará su remediación;
- XI. Regular la importación y exportación de residuos;
- XII. Fortalecer la investigación y desarrollo científico, así como la innovación tecnológica, para reducir la generación de residuos y diseñar alternativas para su tratamiento, orientadas a procesos productivos más limpios, y
- XIII. Establecer medidas de control y de seguridad para garantizar el cumplimiento y la aplicación de esta Ley y las disposiciones que de ella se deriven, así como para la imposición de las sanciones que correspondan.

Artículo 2. En la formulación y conducción de la política en materia de prevención, valorización y gestión integral de los residuos a que se refiere esta Ley, la expedición de disposiciones jurídicas y la emisión de actos que de ella deriven, así como en la generación y manejo integral de residuos, según corresponda, se observarán los siguientes principios:

- I. El derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar;
- II. Sujetar las actividades relacionadas con la generación y manejo integral de los residuos a las modalidades que dicte el orden e interés público para el logro del desarrollo nacional sustentable;
- III. La prevención y minimización de la generación de los residuos, de su liberación al ambiente, y su transferencia de un medio a otro, así como su manejo integral para evitar riesgos a la salud y daños a los ecosistemas;
- IV. Corresponde a quien genere residuos, la asunción de los costos derivados del manejo integral de los mismos y, en su caso, de la reparación de los daños;
- V. La responsabilidad compartida de los productores, importadores, exportadores, comercializadores, consumidores, empresas de servicios de manejo de residuos y de las autoridades de los tres órdenes de gobierno es fundamental para lograr que el manejo integral de los residuos sea ambientalmente eficiente, tecnológicamente viable y económicamente factible;
- VI. La valorización de los residuos para su aprovechamiento como insumos en las actividades productivas;
- VII. El acceso público a la información, la educación ambiental y la capacitación, para lograr la prevención de la generación y el manejo sustentable de los residuos;
- VIII. La disposición final de residuos limitada sólo a aquellos cuya valorización o tratamiento no sea económicamente viable, tecnológicamente factible y ambientalmente adecuada;
- IX. La selección de sitios para la disposición final de residuos de conformidad con las normas oficiales mexicanas y con los programas de ordenamiento ecológico y desarrollo urbano;
- X. La realización inmediata de acciones de remediación de los sitios contaminados, para prevenir o reducir los riesgos inminentes a la salud y al ambiente;
- XI. La producción limpia como medio para alcanzar el desarrollo sustentable, y
- XII. La valorización, la responsabilidad compartida y el manejo integral de residuos, aplicados bajo condiciones de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, en el diseño de instrumentos, programas y planes de política ambiental para la gestión de residuos.

Artículo 5. Para los efectos de esta Ley se entiende por:

- **Agente Infeccioso:** Microorganismo capaz de causar una enfermedad si se reúnen las condiciones para ello, y cuya presencia en un residuo lo hace peligroso;
- **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;

- **Co-procesamiento:** Integración ambientalmente segura de los residuos generados por una industria o fuente conocida, como insumo a otro proceso productivo;
- **Disposición Final:** Acción de depositar o confinar permanentemente residuos en sitios e instalaciones cuyas características permitan prevenir su liberación al ambiente y las consecuentes afectaciones a la salud de la población y a los ecosistemas y sus elementos;
- **Envase:** Es el componente de un producto que cumple la función de contenerlo y protegerlo para su distribución, comercialización y consumo;
- **Evaluación del Riesgo Ambiental:** Proceso metodológico para determinar la probabilidad o posibilidad de que se produzcan efectos adversos, como consecuencia de la exposición de los seres vivos a las sustancias contenidas en los residuos peligrosos o agentes infecciosos que los forman;
- **Generación:** Acción de producir residuos a través del desarrollo de procesos productivos o de consumo;
- **Generador:** Persona física o moral que produce residuos, a través del desarrollo de procesos productivos o de consumo;
- **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;
- **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;
- **Gran Generador:** Persona física o moral que genere una cantidad igual o superior a 10 toneladas en peso bruto total de residuos al año o su equivalente en otra unidad de medida;
- **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;
- **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;
- **Ley:** Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos;
- **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;
- **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;
- **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;
- **Microgenerador:** Establecimiento industrial, comercial o de servicios que genere una cantidad de hasta cuatrocientos kilogramos de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida;
- **Pequeño Generador:** Persona física o moral que genere una cantidad igual o mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos al año o su equivalente en otra unidad de medida;
- **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;
- **Proceso Productivo:** Conjunto de actividades relacionadas con la extracción, beneficio, transformación, procesamiento y/o utilización de materiales para producir bienes y servicios;
- **Producción Limpia:** Proceso productivo en el cual se adoptan métodos, técnicas y prácticas, o incorporan mejoras, tendientes a incrementar la eficiencia ambiental de los mismos en términos de aprovechamiento de la energía e insumos y de prevención o reducción de la generación de residuos;

- **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;
- **Remediación:** Conjunto de medidas a las que se someten los sitios contaminados para eliminar o reducir los contaminantes hasta un nivel seguro para la salud y el ambiente o prevenir su dispersión en el ambiente sin modificarlos, de conformidad con lo que se establece en esta Ley;
- **Residuo:** Material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final conforme a lo dispuesto en esta Ley y demás ordenamientos que de ella deriven;
- **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;
- **Residuos Incompatibles:** Aquellos que al entrar en contacto o al ser mezclados con agua u otros materiales o residuos, reaccionan produciendo calor, presión, fuego, partículas, gases o vapores dañinos;
- **Residuos Sólidos Urbanos:** Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole;
- **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 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;
- **Reutilización:** El empleo de un material o residuo previamente usado, sin que medie un proceso de transformación;
- **Riesgo:** Probabilidad o posibilidad de que el manejo, la liberación al ambiente y la exposición a un material o residuo, ocasionen efectos adversos en la salud humana, en los demás organismos vivos, en el agua, aire, suelo, en los ecosistemas, o en los bienes y propiedades pertenecientes a los particulares;
- **Secretaría:** Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales;
- **Separación Primaria:** Acción de segregar los residuos sólidos urbanos y de manejo especial en orgánicos e inorgánicos, en los términos de esta Ley;
- **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;
- **Sitio Contaminado:** Lugar, espacio, suelo, cuerpo de agua, instalación o cualquier combinación de éstos que ha sido contaminado con materiales o residuos que, por sus cantidades y características, pueden representar un riesgo para la salud humana, a los organismos vivos y el aprovechamiento de los bienes o propiedades de las personas;
- **Tratamiento:** Procedimientos físicos, químicos, biológicos o térmicos, mediante los cuales se cambian las características de los residuos y se reduce su volumen o peligrosidad;
- **Termólisis:** Proceso térmico a que se sujetan los residuos en ausencia de, o en presencia de cantidades mínimas de oxígeno, que incluye la pirólisis en la que se produce una fracción orgánica combustible formada por hidrocarburos gaseosos y líquidos, así como carbón y una fase inorgánica formada por sólidos reducidos metálicos y no metálicos, y la gasificación que demanda mayores temperaturas y produce gases susceptibles de combustión;
- **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, y
- **Vulnerabilidad:** Conjunto de condiciones que limitan la capacidad de defensa o de amortiguamiento ante una situación de amenaza y confieren a las poblaciones humanas, ecosistemas y bienes, un alto grado de susceptibilidad a los efectos adversos que puede ocasionar el manejo de los materiales o residuos, que por sus volúmenes y características intrínsecas, sean capaces de provocar daños al ambiente.

Atribuciones de los tres órdenes de gobierno

Artículo 6. La Federación, las entidades federativas y los municipios, ejercerán sus atribuciones en materia de prevención de la generación, aprovechamiento, gestión integral de los residuos, de prevención de la contaminación de sitios y su remediación, de conformidad con la distribución de competencias prevista en esta Ley y en otros ordenamientos legales.

Artículo 7. Son facultades de la Federación:

Fracción I. Formular, conducir y evaluar la política nacional en materia de residuos así como elaborar el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Fracción IV. Expedir las normas oficiales mexicanas relativas al desempeño ambiental que deberá prevalecer en el manejo integral de residuos sólidos urbanos y de manejo especial;

Fracción XI. Promover, en coordinación con los gobiernos de las entidades federativas, de los municipios, de otras dependencias y entidades involucradas, la creación de infraestructura para el manejo integral de los residuos con la participación de los inversionistas y representantes de los sectores sociales interesados;

Fracción XIV. Promover la investigación, desarrollo y aplicación de tecnologías, equipos, sistemas y procesos que eliminen, reduzcan o minimicen la liberación al ambiente y la transferencia, de uno a otro de sus elementos, de contaminantes provenientes de la gestión integral de los residuos;

Fracción XV. Promover la participación de cámaras industriales, comerciales y de otras actividades productivas, grupos y organizaciones públicas, académicas, de investigación, privadas y sociales, en el diseño e instrumentación de acciones para prevenir la generación de residuos, y llevar a cabo su gestión integral adecuada, así como la prevención de la contaminación de sitios y su remediación;

Fracción XVI. Promover la educación y capacitación continua de personas, grupos u organizaciones de todos los sectores de la sociedad, con el objeto de modificar los hábitos negativos para el ambiente de la producción y consumo de bienes;

Fracción XVII. Integrar, dentro del Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales, que establece la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, subsistemas de información nacional sobre la gestión integral de residuos;

Fracción XXI. Diseñar y promover ante las dependencias competentes el establecimiento y aplicación de incentivos económicos, fiscales, financieros y de mercado, que tengan por objeto prevenir o evitar la generación de residuos; su valorización; su gestión integral y sustentable, así como prevenir la contaminación de sitios por residuos y, en su caso, su remediación;

Fracción XXIII. Coadyuvar con las entidades federativas para la instrumentación de los programas para la prevención y gestión integral de los residuos, otorgando asistencia técnica;

Fracción XXV. Convocar a entidades federativas y municipios, según corresponda, para el desarrollo de estrategias conjuntas en materia de residuos que permitan la solución de problemas que los afecten

Artículo 9. Son facultades de las Entidades Federativas:

Fracción VI. Establecer el registro de planes de manejo y programas para la instalación de sistemas destinados a su recolección, acopio, almacenamiento, transporte, tratamiento, valorización y disposición final, conforme a los lineamientos establecidos en la presente Ley y las normas oficiales mexicanas que al efecto se emitan, en el ámbito de su competencia.

Fracción VII. Promover, en coordinación con el Gobierno Federal y las autoridades correspondientes, la creación de infraestructura para el manejo integral de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y residuos peligrosos, en las entidades federativas y municipios, con la participación de los inversionistas y representantes de los sectores sociales interesados.

Fracción VIII. Promover programas municipales de prevención y gestión integral de los residuos de su competencia y de prevención de la contaminación de sitios con tales residuos y su remediación, con la participación activa de las partes interesadas.

Fracción X. Promover la investigación, desarrollo y aplicación de tecnologías, equipos, sistemas y procesos que eliminen, reduzcan o minimicen la liberación al ambiente y la transferencia de uno a otro de sus elementos, de contaminantes provenientes del manejo integral de los residuos de su competencia.

Fracción XVI. Diseñar y promover ante las dependencias competentes el establecimiento y aplicación de instrumentos económicos, fiscales, financieros y de mercado, que tengan por objeto prevenir o evitar la generación de residuos, su valorización y su gestión integral y sustentable, así como prevenir la contaminación de sitios por residuos y, en su caso, su remediación.

Los congresos de los estados, con arreglo a sus respectivas constituciones y la Asamblea Legislativa del Distrito Federal, expedirán las disposiciones legales que sean necesarias para regular las materias de su competencia previstas en esta Ley.

Artículo 10. Los municipios tienen a su cargo las funciones de manejo integral de residuos sólidos urbanos, que consisten en la recolección, traslado, tratamiento, y su disposición final.

Artículo 11. Corresponde al Gobierno del Distrito Federal, ejercer las facultades y obligaciones que este ordenamiento confiere a las entidades federativas y a los municipios.

Artículo 15. La Secretaría agrupará y subclasificará los residuos peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial en categorías, con el propósito de elaborar los inventarios correspondientes, y orientar la toma de decisiones basada en criterios de riesgo y en el manejo de los mismos.

Artículo 18. 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.

Artículo 20. La clasificación de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, sujetos a planes de manejo se llevará a cabo de conformidad con los criterios que se establezcan en las normas oficiales mexicanas que contendrán los listados de los mismos y cuya emisión estará a cargo de la Secretaría.

Artículo 25. La Secretaría deberá formular e instrumentar el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, de conformidad con esta Ley, con el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos y demás disposiciones aplicables.

El Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos es el estudio que considera la cantidad y composición de los residuos, así como la infraestructura para manejarlos integralmente.

Artículo 26. Las entidades federativas y los municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, deberán elaborar e instrumentar los programas locales para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, de conformidad con esta Ley, con el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos y demás disposiciones aplicables. Dichos programas deberán contener al menos lo siguiente:

Artículo 27. Los planes de manejo se establecerán para los siguientes fines y objetivos:

- I. Promover la prevención de la generación y la valorización de los residuos así como su manejo integral, a través de medidas que reduzcan los costos de su administración, faciliten y hagan más efectivos, desde la perspectiva ambiental, tecnológica, económica y social, los procedimientos para su manejo;
- II. Establecer modalidades de manejo que respondan a las particularidades de los residuos y de los materiales que los constituyan;
- III. Atender a las necesidades específicas de ciertos generadores que presentan características peculiares;
- IV. Establecer esquemas de manejo en los que aplique el principio de responsabilidad compartida de los distintos sectores involucrados, y
- V. Alentar la innovación de procesos, métodos y tecnologías, para lograr un manejo integral de los residuos, que sea económicamente factible.

Artículo 30. La determinación de residuos que podrán sujetarse a planes de manejo se llevará a cabo con base en los criterios siguientes y los que establezcan las normas oficiales mexicanas:

- I. Que los materiales que los componen tengan un alto valor económico;
- II. Que se trate de residuos de alto volumen de generación, producidos por un número reducido de generadores;

Artículo 35. El Gobierno Federal, los gobiernos de las entidades federativas y los municipios, en la esfera de su competencia, promoverán la participación de todos los sectores de la sociedad en la prevención de la generación, la valorización y gestión integral de residuos.

Artículo 36. El Gobierno Federal, los gobiernos de las entidades federativas y los municipios, integrarán órganos de consulta en los que participen entidades y dependencias de la administración pública, instituciones académicas, organizaciones sociales y empresariales que tendrán funciones de asesoría, evaluación y seguimiento en materia de la política de prevención y gestión integral de los residuos y podrán emitir las opiniones y observaciones que estimen pertinentes. Su organización y funcionamiento, se sujetarán a las disposiciones que para tal efecto se expidan.

Artículo 37. Las autoridades de los tres órdenes de gobierno, en el ámbito de sus respectivas competencias, integrarán el Sistema de Información sobre la Gestión Integral de Residuos, que contendrá la información relativa a la situación local, los inventarios de residuos generados, la infraestructura disponible para su manejo, las disposiciones jurídicas aplicables a su regulación y control y otros aspectos que faciliten el logro de los objetivos de esta Ley y los ordenamientos que de ella deriven y

de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; la Ley de Transparencia y de Acceso a la Información Pública y demás disposiciones aplicables.

Artículo 38. Las autoridades de los tres órdenes de gobierno elaborarán y difundirán informes periódicos, sobre los aspectos relevantes contenidos en los sistemas de información a los que se hace referencia en el presente capítulo.

Artículo 39. Los tres órdenes de gobierno elaborarán, actualizarán y difundirán los inventarios de generación de residuos peligrosos, residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial, de acuerdo con sus atribuciones respectivas, para lo cual se basarán en los datos que les sean proporcionados por los generadores y las empresas de servicios de manejo de residuos, conforme a lo dispuesto en la presente Ley y en los ordenamientos jurídicos que de ella deriven. Además, integrarán inventarios de tiraderos de residuos o sitios donde se han abandonado clandestinamente residuos de diferente índole en cada entidad, en los cuales se asienten datos acerca de su ubicación, el origen, características y otros elementos de información que sean útiles a las autoridades, para desarrollar medidas tendientes a evitar o reducir riesgos. La integración de inventarios se sustentará en criterios, métodos y sistemas informáticos, previamente acordados, estandarizados y difundidos.

Artículo 95. La regulación de la generación y manejo integral de los residuos sólidos urbanos y los residuos de manejo especial, se llevará a cabo conforme a lo que establezca la presente Ley, las disposiciones emitidas por las legislaturas de las entidades federativas y demás disposiciones aplicables.

Artículo 96. Las entidades federativas y los municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, con el propósito de promover la reducción de la generación, valorización y gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, a fin de proteger la salud y prevenir y controlar la contaminación ambiental producida por su manejo, deberán llevar a cabo las siguientes acciones:

- I. El control y vigilancia del manejo integral de residuos en el ámbito de su competencia;
- II. Diseñar e instrumentar programas para incentivar a los grandes generadores de residuos a reducir su generación y someterlos a un manejo integral;
- III. Promover la suscripción de convenios con los grandes generadores de residuos, en el ámbito de su competencia, para que formulen e instrumenten los planes de manejo de los residuos que generen;
- IV. Integrar el registro de los grandes generadores de residuos en el ámbito de su competencia y de empresas prestadoras de servicios de manejo de esos residuos, así como la base de datos en la que se recabe la información respecto al tipo, volumen y forma de manejo de los residuos;
- V. Integrar la información relativa a la gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, al Sistema Nacional de Información Ambiental y Recursos Naturales;
- VI. Elaborar, actualizar y difundir el diagnóstico básico para la gestión integral de residuos sólidos urbanos y de manejo especial;
- VII. Coordinarse con las autoridades federales, con otras entidades federativas o municipios, según proceda, y concertar con representantes de organismos privados y sociales, para alcanzar las finalidades a que se refiere esta Ley y para la instrumentación de planes de manejo de los distintos residuos que sean de su competencia;
- VIII. Establecer programas para mejorar el desempeño ambiental de las cadenas productivas que intervienen en la segregación, acopio y preparación de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial para su reciclaje;
- IX. Desarrollar guías y lineamientos para la segregación, recolección, acopio, almacenamiento, reciclaje, tratamiento y transporte de residuos;
- X. Organizar y promover actividades de comunicación, educación, capacitación, investigación y desarrollo tecnológico para prevenir la generación, valorizar y lograr el manejo integral de los residuos;
- XI. Promover la integración, operación y funcionamiento de organismos consultivos en los que participen representantes de los sectores industrial, comercial y de servicios, académico, de investigación y desarrollo tecnológico, asociaciones profesionales y de consumidores, y redes intersectoriales relacionadas con el tema, para que tomen parte en los procesos destinados a clasificar los residuos, evaluar las tecnologías para su prevención, valorización y tratamiento, planificar el desarrollo de la infraestructura para su manejo y desarrollar las propuestas técnicas de instrumentos normativos y de otra índole que ayuden a lograr los objetivos en la materia, y
- XII. Realizar las acciones necesarias para prevenir y controlar la contaminación por residuos susceptibles de provocar procesos de salinización de suelos e incrementos excesivos de carga orgánica en suelos y cuerpos de agua.

Artículo 97. Las normas oficiales mexicanas establecerán los términos a que deberá sujetarse la ubicación de los sitios, el diseño, la construcción y la operación de las instalaciones destinadas a la disposición final de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, en rellenos sanitarios o en confinamientos controlados.

Artículo 99. Los municipios, de conformidad con las leyes estatales, llevarán a cabo las acciones necesarias para la prevención de la generación, valorización y la gestión integral de los residuos sólidos urbanos, considerando:

- I. Las obligaciones a las que se sujetarán los generadores de residuos sólidos urbanos;
- II. Los requisitos para la prestación de los servicios para el manejo integral de los residuos sólidos urbanos
- III. Los ingresos que deberán obtener por brindar el servicio de su manejo integral.

Artículo 100. La legislación que expidan las entidades federativas, en relación con la generación, manejo y disposición final de residuos sólidos urbanos podrá contener las siguientes prohibiciones:

- I. Verter residuos en la vía pública, predios baldíos, barrancas, cañadas, ductos de drenaje y alcantarillado, cableado eléctrico o telefónico, de gas; en cuerpos de agua; cavidades subterráneas; áreas naturales protegidas y zonas de conservación ecológica; zonas rurales y lugares no autorizados por la legislación aplicable;
- II. Incinerar residuos a cielo abierto, y
- III. Abrir nuevos tiraderos a cielo abierto.

Anexo 2
Indicadores demográficos y espaciales
(varios años)

País	Año	Población (Miles)	Tasa de Crecimiento	Población urbana (%)	Superficie (km2)	Densidad (Hab/km ²)
Alemania	1997	82 071.0	0.05	87.0	357 022	230
Argentina	1997	35 672.0	1.3	88.9	2 780 400	13
Australia	1995	18 053.9	1.2	nd	7 741 220	2
Brasil	1996	157 871.4	1.4	75.6	8 547 403	19
Canadá	1996	29 963.6	1.1	76.7	9 970 610	3
Chile	1997	14 622.3	1.6	84.9	756 626	19
China	1996	1 246 243.0	1.1	26.2	9 596 961	130
Corea del Sur	1995	44 553.7	1.0	78.5	99 268	448
Costa Rica	1996	3 202.4	3.0	41.4	51 100	63
Cuba	1995	10 979.5	0.6	74.5	110 861	100
Egipto	1996	60 603.0	2.2	44.0	1 001 449	60
España	1997	39 323.3	0.1	64.1	505 992	78
Estados Unidos	1997	267 636.1	1.0	75.2	9 363 520	28
Finlandia	1996	5 124.6	0.4	64.8	338 145	15
Francia	1993	57 526.5	0.5	73.	8 551 500	104
India	1997	955 220.0	1.9	27.6	3 287 263	291
Japón	1996	125 864.0	0.2	78.1	377 829	333
Kenia	1989	21 448.8	nd	16.5	580 367	37
México	2000	97 361.7	1.6	74.7	1 959 248	50
Reino Unido	1996	58 801.4	0.2	89.0	242 900	242
Rusia	1995	147 773.6	-0.1	72.9	17 075 400	9

Fuente: United Nations, Demographic Yearbook/Annuaire Démographique, 1997, ONU, Nueva York, 1999.
INEGI, XII Censo General de Población y Vivienda 2000, Resultados Preliminares, México, 2000.
Tomado de "Estadísticas del medio ambiente 1999" INEGI.

Anexo 3
Generación de residuos sólidos municipales
(varios años)

País	Año	Cantidad generada (miles de toneladas)		Generación per capita (Kg/hab)	
		Residuos sólidos	Residuos sólidos de hogares	Residuos sólidos	Residuos de hogares
Alemania	1997	36 976	35 402	460	440
Australia	1990	12 000	7 000	690	400
Canadá	1996	14 740	6 050	490	200
Corea del Sur	1996	18 223	15 411	400	340
España	1996	15 307	nd	390	nd
Estados Unidos	1997	190 204	168 416	720	410
Finlandia	1994	2 100	870	410	170
Francia	1995	28 800	20 800	480	350
Japón ¹	1994	50 536	nd	400	nd
México ²	1998	30 550	24 440	318	255
Reino Unido ³	1996/1997	28 000	26 000	480	440
Rusia ⁴	1997	50 000	nd	340	nd

¹ Excluye residuos de instituciones como escuelas y hospitales.

² La generación per cápita fue calculada con base en la población estimada para 1998, según la tasa de crecimiento poblacional estimada por el Consejo Nacional de Población.

³ Los residuos de hogares incluyen residuos peligrosos de clínicas, aseo de calles y residuos de centros de convivencia cívica.

⁴ Estimaciones basadas en estudios de varias ciudades.

nd: No disponible.

Nota: Los residuos sólidos municipales incluyen desechos originados por actividades del hogar, actividades comerciales, oficinas, instituciones gubernamentales y escuelas.

Las definiciones de residuos sólidos pueden variar de país a país. La fuente no reporta información en el caso de las celdas vacías.

Fuente: OECD, OECD Environmental Data, Compendium 1999, OECD Publications, París, 1999.

Sedesol, Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda, 1999.

Tomado de "Estadísticas del medio ambiente 1999" INEGI.

Anexo 4
Recolección y disposición de residuos sólidos municipales
(varios años, miles de toneladas)

País	Año	Total generado ¹	Rellenos				Otros
			Controlados	Reciclaje	Incineración	Composteo	
Alemania	1990	21 615	14 219	ns	6 039	369	988
	1993	36 976	18 978	8 628	6 429	2 013	928
Canadá	1992	18 800	14 070	3 400	1 101	218	ns
	1996	26 578	19 568	5 404	1 030	576	Ns
Corea del Sur	1996	18 223	12 452	4 776	995	ns	ns
España	1993	14 256	12 061	ns	635	1 560	ns
	1996	15 307	11 758	96	705	2 394	ns
Estados Unidos ²	1993	187 790	117 028	34 929	2 993	5 821	nd
	1996	190 204	105 453	41 740	32 741	10 270	ns
Finlandia ³	1990	3 100	2 400	600	nd	nd	nd
	1994	2 100	1 500	700	50	70	ns
Francia ⁴	1992	20 500	9 500	740	7 600	1 300	1 360
	1995	28 800	9 593	385	10 352	1 716	89
Japón	1991	50 767	19 379	1 688	3 616	57	742
	1993	50 304	14 958	2 103	38 013	19	258
México ⁵	1993	28 089	4 935	191	nd	nd	22 962
	1997	29 272	10 269	219	nd	nd	18 783
Reino Unido ⁶	1989	2 000	14 000	1 000	2 500	nd	ns
	1996	26 000	21 800	1 500	2 200	300	200
Rusia	1992	26 000	24 700	ns	950	350	ns

1 Se refiere al total de residuos generados. Esta cantidad puede ser menor a la suma de todas las disposiciones, debido a que los residuos que reciben algún pretratamiento (incineración, compostaje) son depositados en los rellenos.

2 Incluye residuos del tratamiento Incineración.

3 Los datos son estimaciones de expertos.

4 Se refiere a residuos caseros, excepto residuos voluminosos.

5 La variable composteo se define como el tratamiento de residuos sólidos orgánicos por procesos biológicos controlados, generalmente aeróbicos, con el fin de obtener un producto estable comúnmente conocido como composta, de características definidas y potencialmente útil para la agricultura, como mejorador de suelos.

Otros: incluye a rellenos de tierra no controlados y tiraderos a cielo abierto.

6 Incluye sólo residuos caseros de Inglaterra y Gales.

nd: No disponible.

ns: No significativo.

Fuente: OECD, OECD Environmental Data, Compendium 1995 y 1999, OECD Publications, París, 1995 y 1999.

Sedesol, Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda, 1999.

Sedesol, «Promoción del buen manejo de los residuos sólidos municipales; Procesamiento de residuos sólidos municipales (composteo)», México, 1995.

Tomado de "Estadísticas del medio ambiente 1999" INEGI.

Anexo 5
Población total de América Latina y el Caribe
(miles)

País	1980	1990	1995
Antigua y Barbuda	61	64	68
Antillas Neerlandesas	174	190	199
Argentina	114	32,547	34,587
Bahamas	210	256	276
Barbados	249	257	262
Belice	146	189	215
Bolivia	5,355	6,573	7,414
Brasil	121,286	148,477	161,790
Chile	11,147	13,100	14,210
Colombia	26,525	32,300	35,101
Costa Rica	2,284	3,035	3,424
Cuba	9,710	10,598	11,041
Dominica	74	71	71
Ecuador	7,961	10,264	11,460
El Salvador	4,525	5,172	5,768
Granada	89	91	92
Guadalupe	327	391	428
Guatemala	6,917	9,197	10,621
Guyana	759	793	835
Haití	5,353	6,486	7,180
Honduras	3,569	4,879	5,654
Jamaica	2,133	2,366	2,447
México	67,570	83,226	91,145
Nicaragua	2,802	3,676	4,433
Panamá	1,950	2,398	2,631
Paraguay	3,136	4,317	4,960
Perú	17,324	21,569	23,532
República Dominicana	5,697	7,110	7,823
Saint Kitts y Nevis	47	42	41
Santa Lucía	115	133	142
San Vicente y las Granadinas	98	107	112
Suriname	355	400	423
Trinidad y Tobago	1,082	1,236	1,306
Uruguay	2,914	3,094	3,186
Venezuela	15,091	19,502	21,844
Total	355,148	434,105	474,721

Fuente: CEPAL. Anuario estadístico de América Latina y el Caribe. 1995.

Tomado de: Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe. BID; OPS/OMS. Washington D.C. 1997

Anexo 6
Población urbana de América Latina y el Caribe
(miles)

País	1990	1995	2000
América Latina y el Caribe	314,161	357,689	401,361
Caribe	20,082	22,347	24,637
Anguilla			
Antigua y Barbuda	23	24	25
Aruba			
Bahamas	214	239	262
Barbados	115	124	135
Islas Vírgenes Británicas			
Islas Caimán	26	31	36
Cuba	7,801	8,389	8,896
Dominica			
República Dominicana	4,293	5,051	5,789
Grenada			
Guadalupe	385	425	461
Haití	1,855	2,266	2,775
Jamaica	1,217	1,314	1,430
Martinica	326	353	377
Montserrat	1	1	2
Antillas Neerlandesas	30	138	147
Puerto Rico	2,518	2,698	2,888
Saint Kitts y Nevis	17	18	19
Santa Lucía	61	69	77
San Vicente y las Grenadinas	44	52	61
Trinidad y Tobago	854	938	1,026
Islas Turcas y Caicos	5	6	8
Islas Vírgenes Americanas	45	48	51
Centroamérica	74,173	86,011	98,150
Belice	90	101	115
Costa Rica	1,429	1,702	2,001
El Salvador	2,269	2,599	3,006
Guatemala	3,628	4,404	5,394
Honduras	1,985	2,482	3,070
México	61,335	70,535	79,580
Nicaragua	2,197	2,787	3,405
Panamá	1,240	1,401	1,579
Sudamérica	219,906	249,331	278,574
Argentina	28,158	30,463	32,762
Bolivia	3,665	4,505	5,432
Brasil	110,789	126,599	141,979
Chile	10,954	11,966	12,962
Colombia	22,604	25,526	28,447
Ecuador	5,625	6,698	7,833
Islas Malvinas	2	2	2
Guyana Francesa	87	112	140
Guyana	268	302	349
Paraguay	2,109	2,613	3,168
Perú	15,068	17,175	19,437
Suriname	190	213	242
Uruguay	2,751	2,877	2,994
Venezuela	17,636	20,281	22,828

Fuente: Naciones Unidas. World urbanizations prospects: the 1994 revision.
Tomado de: Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe. BID/ OPS/OMS. Washington D.C. 1997

Anexo 7
Generación de residuos sólidos municipales per cápita en áreas metropolitanas y ciudades con más de 2 millones de habitantes

Ciudad	Población habitantes (000)	Producción RSM (t/día)	Generación per cápita (kg/hab/día)
A.M.* São Paulo, Brasil (96)	16.400	22.100	1,35
A.M. México, D.F., México (94)	15.600	18.700	1,20
A.M. Buenos Aires, Argentina (96)	12.000	10.500	0,88
A.M. Río de Janeiro, Brasil (96)	9.900	9.900	1,00
A.M. Lima, Perú (96)	7.500	4.200	0,56
Bogotá, Colombia (96)	5.600	4.200	0,74
Santiago, Chile (95)	5.300	4.600	0,87
Belo Horizonte, Brasil (96)	3.900	3.200	0,83
Caracas, Venezuela (95)	3.000	3.500	1,18
Salvador, Brasil (96)	2.800	2.800	1,00
A.M. Monterrey, México (96)	2.800	3.000	1,07
S. Domingo, R. Dominicana (94)	2.800	1.700	0,60
Guayaquil, Ecuador (96)	2.300	1.600	0,70
A.M. Guatemala (93)	2.200	1.200	0,54
Curitiba, Brasil (95)	2.100	1.300	1,07
La Habana, Cuba (91)	2.000	1.400	0,70
Total	96.800	93.900	0,97

* A.M. = Área metropolitana

Fuente: Datos proporcionados a la OPS por los responsables de los servicios en el periodo 1994-1996 y también extraídos de estudios sectoriales de la OPS y estudios de JICA.

Tomado de: Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe. BID; OPS/OMS. Washington D.C. 1997

Anexo 8
Generación de residuos sólidos municipales per cápita en ciudades con 500.000 a 2 millones de habitantes

Ciudad	Población Habitantes (000)	Producción RSM (t/día)	Generación per cápita (kg/hab/día)
Cali, Colombia (96)	1,850	1,350	0.73
Brasilia, Brasil (96)	1,800	1,600	0.89
Medellin, Colombia (87)	1,500	750	0.50
Montevideo, Uruguay (95)	1,400	1,260	0.90
Quito, Ecuador (94)	1,300	900	0.70
San Salvador, El Salvador (92)	1,300	700	0.54
A.M. Asunción, Paraguay (96)	1,200	1,100	0.94
Rosario, Argentina (96)	1,100	700	0.64
Managua, Nicaragua (88)	1,000	600	0.60
Barranquilla, Colombia (96)	1,000	900	0.90
San José, Costa Rica (95)	1,000	960	0.96
Tegucigalpa, Honduras (95)	1,000	650	0.65
Panamá, Panamá (95)	800	770	0.96
La Paz, Bolivia (96)	750	380	0.51
Cartagena, Colombia (96)	600	560	0.93
Puerto España, Trinidad y Tobago (93)	500	600	1.20
Total	16,300	12,180	0.74

Fuentes: OPS. El manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe. 1995.

OPS. Análisis sectoriales de residuos sólidos. 1995-1996.

JICA. Informes de estudios de Asunción y Guatemala. 1993-1994.

Tomado de: Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe. BID; OPS/OMS. Washington D.C. 1997

Anexo 9
Generación de residuos sólidos municipales per cápita en ciudades con menos de 500.000 habitantes

Ciudad	Población habitantes (000)	Producción RSM (t/día)	Generación per cápita (kg/hab/día)
El Alto, Bolivia	450	200	1.44
Apodaca, México	350	100	0.30
Chiclayo, Perú	300	180	0.60
Santa Marta, Colombia	210	230	1.10
Oruro, Bolivia	190	70	0.37
Godoy Cruz, Argentina	190	100	0.53
Buenaventura, Colombia	190	180	0.96
Palmira, Colombia	190	120	0.63
San Rafael, Argentina	18	90	0.50
Sucre, Bolivia	140	60	0.43
Concordia, Argentina	120	40	0.33
Ica, Perú	110	60	0.54
Tarija, Bolivia	90	30	0.33
Rivera, Uruguay	80	60	0.75
Riohacha, Colombia	80	80	1.00
Venado Tuerto, Argentina	70	40	0.57
Linares, México	70	30	0.43
Trinidad, Bolivia	60	30	0.50
Tacuarembó, Uruguay	50	20	0.40
Madrid, Colombia	40	9	0.22
Artigas, Uruguay	30	36	1.20
Granadero Bergson, Argentina	21	15	0.70
Aracataca, Colombia	16	6	0.35
Zacamil, El Salvador	15	8	0.50
Total	3,242	1,789	0.55

Fuente: OPS. Estudios sectoriales y del Sistema de Monitoreo de Residuos Urbanos, SIMRU. 1996.

Tomado de: Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe. BID; OPS/OMS. Washington D.C. 1997

Anexo 10
Composición de los residuos municipales (% en peso) en diversos países

País	H ₂ O	Cartón y papel	Metal	Vidrio	Textiles	Plásticos	Orgánicos	Otros e inerte
Brasil (96)	-	25.0	4.0	3.0	-	3.0	-	65.0 ⁽¹⁾
México	45	20.0	3.2	8.2	4.2	6.1	43.0	27.1
Costa Rica	50	19.0	-	2.0	-	11.0	58.0	10.0
El Salvador	-	18.0	0.8	0.8	4.2	6.1	43.0	27.1
Perú	50	10.0	2.1	1.3	1.4	3.2	50.0	32.0
Chile (92)	50	18.8	2.3	1.6	4.3	10.3	49.3	13.4
Guatemala (91)	61	13.9	1.8	3.2	3.6	8.1	63.3	6.1
Colombia (96)	-	18.3	1.6	4.6	3.8	14.2	52.3	5.2
Uruguay (96)	-	8.0	7.0	4.0	-	13.0	46.0	12.0
Bolivia (94)	-	6.2	2.3	3.5	3.4	4.3	59.5	20.8
Ecuador (94)	-	10.5	1.6	2.2	-	4.5	71.4	9.8
Paraguay (95)	-	10.2	1.3	3.5	1.2	4.2	56.6	23.0
Argentina (96)	50	20.3	3.9	8.1	5.5	8.2	53.2	0.8
Trinidad & Tobago	-	20.0	10.0	10.0	7.0	20.2	27.0	6.0

⁽¹⁾ Incluye residuos textiles y orgánicos.

Fuentes: OPS. El manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. Serie Ambiental NE 15. 1995.

OPS. Estudios sectoriales de residuos sólidos. 1996. Ministerio de Salud, Chile. 1995. Fundación Natura. Manejo de los desechos sólidos en el Ecuador. 1994. OPS. Sistema de Monitoreo de Residuos Urbanos, SIMRU. 1996. OPS; BID. Informes de expertos locales para el presente diagnóstico. 1996.

Tomado de: Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe. BID; OPS/OMS. Washington D.C. 1997

Anexo 11
Características de residuos sólidos municipales en algunas ciudades

Ciudades	Peso específico (kg/m ³)	Humedad (%)	Valor calorífico inferior (Kcal/kg)
Asunción (93)	180	50	1,192
Buenos Aires	250	50	
Ciudad de Guatemala (91)	240	61	1,039
México, D.F. (96)	245	50	
Montevideo (95)	200	-	-
Río de Janeiro (90)	190-250	50	-
Santa Cruz, Bolivia (90)	160	50	-
Estados Unidos (Medio)			2,800

Fuente: OPS. Estudios sectoriales de residuos sólidos. 1995-1996.

JICA. Estudios sobre residuos sólidos de Guatemala y Asunción. 1992-1993.

Tomado de: Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe. BID; OPS/OMS. Washington D.C. 1997

Anexo 12
Datos sobre barrido en algunas ciudades

Ciudad	Tipo de barrido	NE. de Barrenderos S. y B. Mecánicas	Habs (millones)	% cobertura calles pavim.	Rendimiento (km/día)*
Venado Tuerto, Argentina	Manual y mecánico		0.7	100	1.3
San Rafael, Argentina	Manual y mecánico	25 man, 2 mec	0.18	100	0.6
Rosario, Argentina	Mecánico	7	1.1	100	2.4
San Luis, Argentina	Manual	-	0.12	100	0.2
Godoy Cruz, Argentina	Manual	180	0.19	100	0.5
Concordia, Argentina	Manual y mecánico	2 mecánicas	0.12	100	-
Pérez, Argentina	Manual	-	0.22	100	2.4
Granadero Bargasnia, Argentina	Manual	-	0.21	100	-
Villa Mercedes, Argentina	Manual y mecánico	14 man, 2 mec	0.9	100	0.5
El Alto, Bolivia	Manual	24	0.452	100	2.4
La Paz, Bolivia	Manual y mecánico	1 mecánica	0.738	100	0.5 - 2
Oruro, Bolivia	Manual	49	0.193	100	2.7
Potosí, Bolivia	Manual	22	0.117	100	2.4
Sucre, Bolivia	Manual	16	0.144	-	-
Tarija, Bolivia	Manual y mecánico	20 man, 3 mec	0.096	100	2.7
Trinidad, Bolivia	Manual	13	0.062	100	-
Curitiba, Brasil	Manual y mecánico	530 man, 5 mec	2.08	100	-
São Paulo, Brasil	Manual y mecánico	5000 man, 4 mec	11.5	60	2
Joao Pessoa, Brasil	Manual y mecánico	730 man, 1 mec	0.68	90	2
Salvador, Brasil	Manual y mecánico	2 mecánicas	2.3	56	-
Belo Horizonte, Brasil	Manual y mecánico	2345 man, 2 mec	25	70	1.1
Brasília, Brasil	Manual	745	1.8	25	1.3
Río de Janeiro, Brasil	Manual y mecánico	5741 man, 26 mec	5.5	90	1.6

Continua...

Anexo 12
Datos sobre barrido en algunas ciudades

Ciudad	Tipo de barrido	NE. de Barrenderos S. y B. Mecánicas	Habs (millones)	% cobertura calles pavim.	Rendimiento (km/día)*
Santiago de Cali, Colombia	Manual y mecánico	535 man, 10 mec	1.85	97	2.81
Alajuela, Costa Rica	Manual	300	-	10	3
Escobedo, México	Manual	40	0.28	90	0.25
Benito Juárez, México	Manual	2	0.05	-	2
Guadalupe, México	Manual	55	0.8	-	-
Monterrey, México	Manual y mecánico	18 mecánicas	1.1	-	-
García, México	Manual	10	0.25	30	-
Sta. Catarina, México	Manual y mecánico	23 man, 1 mec	0.2	20	-
Salinas Victoria, México	Manual	4	0.014	80	2.5
San Nicolás, México	Manual y mecánico	119 man, 1 mec	0.525	-	-
Apodaca, México	Manual	10	0.35	20	-
San Pedro Garza, México	Manual y mecánico	30 man, 2 mec	0.113	100	2
Asunción, Paraguay	Manual y mecánico	204 man, 4 mec	0.51	60	-
Lima Cercado, Perú	Manual	256	0.33	70	-
Chiclayo, Perú	Manual	116	0.3	70	1.1
Ica, Perú	Manual	1	0.11	68	7.5
Mercedes, Uruguay	Manual	18	0.37	70	2.4
Col. De Sacramento, Uruguay	Manual	14	0.25	20	0.8
Salto, Uruguay	Manual	29	0.1	30-50	5
Tacuarembó, Uruguay	Manual	20	0.45	40	2
Fray Bentos, Uruguay	Manual	34	0.22	35	1
Durazno, Uruguay	Manual	24	0.34	35	1.3
Rivera, Uruguay	Manual	11	0.81	17	1
Montevideo, Uruguay	Manual y mecánico	728 man, 14 mec	1.4	70	1.5
Artigas, Uruguay	Manual	20	0.32	100	2.3

* Rendimiento por barrendero en km/barrendero/turno de trabajo diario. Incluye ambos lados de la calle.

Fuente: OPS. Sistema de Monitoreo de Residuos Urbanos, SIMRU. 1996.

Tomado de: Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe. BID: OPS/OMS. Washington D.C. 1997

Anexo 13
Cobertura de recolección y disposición final de residuos sólidos en las capitales latinoamericanas y en algunas ciudades mayores

Ciudad y año ^a	Habitantes (millones)	Producción de basura (tn/día)	Cobertura de recolección (%)	Cobertura de Relleno Sanitario ^b (%)			Institución responsable	Servicio (propio o contratado)	Ingreso/Costo ^c (% no subsidiado)	Número de empleados	Empleados por 1.000 habitantes	tn/ empleado
				Bueno	Regular	Malo						
AM S. Pauo (96)	16.4	22,100	95	100	-	-	Municipal	Privado	Bien	10.000	0,6	2,2
AM México (94)	15.6	18,700	80	50	25	25	Municipal	Municipal	Mal (0%)	17.000	1,1	1,1
AM B. Aires (96)	12.0	10,500	91	100	-	-	E.M.A.	Privado (97%)	Bien	...	...	...
R. de Janeiro (96)	9.9	9,900	95	-	100	-	E.M.A.	Mixto	Regular	12.000	1,2	0,8
Santiago (95)	5.3	4,600	100	100	-	-	E.M.A.	Privado	Bien	...	...	...
Bogotá (96)	5.6	4,200	99	100	-	-	Consorcios	Privado	...	2.600	0,5	1,6
AM Lima (96)	7.5	4,200	60	-	40	60	Municipal	Mixto	Mal	5.500	0,7	0,8
Caracas (95)	3.0	3,500	95	-	100	-	Municipal	Privado	Mal (15%)	5.110	1,7	0,7
Belo Horizonte (96)	3.9	3,200	90	10	-	-	E.M.A.	Mixto	...	...	...	...
AM Monterrey (96)	2.8	3,000	81	-	100	-	E.M.A.	Mixto	...	...	...	...
Salvador (96)	2.8	2,800	93	-	100	-	E.M.A.	Mixto	...	2.345	0,8	1,2
Santo Domingo (94)	2.8	1,700	65	-	-	100	Municipal	Privado	Mal	...	...	...
Brasilia (96)	1.8	1,600	95	-	75	25	E.M.A.	Mixto	...	754	0,4	2,1
Guayaquil (96)	2.3	1,400	100	100	-	-	Municipal	Privado	Bien	843	0,4	1,7
La Habana (91)	2.0	1,400	100	-	100	-	Municipal	Municipal	...	1.800	0,9	0,8
Cali (96)	1.8	1,350	95	-	-	100	E.M.A.	Municipal	Bien (100%)	1.313	0,7	1,0
Curitiba (95)	2.1	1,300	100	100	-	-	Municipal	Privado	...	...	...	...
Montevideo (95)	1.4	1,260	97	-	-	100	E.M.A.	Municipal	Mal (20%)	2.443	1,7	0,5
Guatemala (92)	1.3	1,200	80	-	-	100	Municipal	Mixto	Bien	594	0,5	2,0
Asunción (96)	1.2	1,100	80	-	-	-	Municipal	Municipal	Regular	1.100	0,9	1,0
San José (95)	1.0	960	90	100	-	-	Municipal	Municipal	Bien	900	0,9	1,1
Barranquilla (96)	1.0	900	98	-	-	100	Municipal	Mixto	...	659	0,7	1,4
Quito (94)	1.3	900	85	-	-	100	E.M.A.	Municipal	Bien (100%)	1.100	0,8	0,8
Panamá (95)	0.8	770	90	-	100	-	Municipal	Municipal	Bien (100%)	2.100	2,6	0,4
Medellin (87)	1.5	750	99	100	-	-	E.M.A.	Mixto	Bien (100%)	750	0,5	1,
Rosario (96)	1.1	700	100	-	100	-	E.M.A.	Privado	...	...	...	...
San Salvador (92)	1.3	700	60	-	-	-	Municipal	Municipal	Regular (60%)	1.150	0,9	0,6
Tegucigalpa (95)	1.0	650	75	-	-	100	Municipal	Municipal	Regular	480	0,5	1,4
Managua (88)	1.0	600	70	-	-	100	Municipal	Municipal	...	...	...	...
Puerto España (93)	0.5	600	98	-	100	-	E.M.A.	Mixto	Mal	...	...	...
Cartagena (96)	0.6	560	96	-	100	-	Municipal	Mixto	...	...	...	...
La Paz (96)	0.7	380	92	100	-	-	E.M.A.	Privado	Mal	450	0,6	0,8
Joao Pessoa (96)	0.7	250	95	-	100	-	Municipal	Mixto	...	730	1,0	0,3
Total	114	107,730	89%	57%	29%	14%	E.M.A.= 42%	Municipal= 33%	...	71.712	0,90	1,10

^a Año de la última actualización

^b Bueno = Relleno sanitario; Regular = Relleno controlado; Malo = Basurero a cielo abierto

^c Mal = I/C<33%; Regular = I/C<66%; Bien = I/C>66%. Todos los datos fueron proporcionados por los responsables de los servicios.

AM = Área metropolitana

E.M.A. = Empresa Municipal de Aseo

- El valor es cero

... Datos no disponibles

Fuentes:

OPS. Condiciones de salud en las Américas. 1994; OPS. Análisis sectoriales de residuos sólidos. 1995-1996; OPS. Informes sobre residuos sólidos de Ecuador, Paraguay, Guatemala. 1993-1994; OPS. Sistema de Monitoreo de Residuos Urbanos, SIMRU. 1996; OPS. Informes de expertos para el presente Estudio. 1996; Tomado de: Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe. BID; OPS/OMS. Washington D.C. 1997

Anexo 14
Costos de los servicios en algunas ciudades

Ciudad (año)	Costo en US\$/t				Total (US\$)	Costo hab/año (US\$/t)	Observaciones Incluye costos de capital y de barrido
	Barrido	Recolección	Tranfer.	Dispos. final			
Quito (94)	-	-	-	-	24	8	No
Bogotá (94)	Sí	-	-	2.7	35	-	Sí e incluye barrido
Lima (94)	Sí	16	6	2.5	36	-	Sí, sólo operación
B. Aires (94)	Sí	24	17	3.8	51	-	Sí, incluye barrido
Cali (94)	Sí	-	No	10.0	29	-	Sí, incluye barrido
Tegucigalpa (95)	-	-	-	-	7	2	No, sólo barrido
São Paulo (94)	-	26	6	8	56	20	Incluye todo
Porto Alegre (94)	-	20	-	10	83	-	-
Belo Horizonte (94)	-	-	-	-	-	13	Incluye todo
Salvador, Brasil (94)	-	-	-	-	-	19	Incluye todo
Río de Janeiro (94)	35	25	5	40	-	21	Incluye todo
Panamá (95)	Sí	-	-	5	70	16	Incluye todo
Guayaquil	11	-	-	3	43	-	-
Montevideo (95)	-	-	-	8	-	23	Incluye todo
Maldonado, URU (95)	-	-	-	17	76	146	Incluye todo
Canelones, URU (95)	-	-	-	-	111	115	Incluye todo
Guatemala (94)	-	-	-	-	29	1	Sólo alguna áreas y barrido
Medellín, COL (95)	-	-	-	-	27	43	Incluye todo
Santa Marta (95)	-	-	-	-	-	35	Incluye todo
Barranquilla (95)	-	-	-	-	105	62	Incluye todo
Monterrey (95)	-	-	-	-	30-60	-	-

Fuente: Diversos informes de la OPS.

Tomado de: Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe. BID; OPS/OMS. Washington D.C. 1997

Anexo 15

ZMCM: distribución y tasa de crecimiento de la población por delegación y municipio, 1990-2000

Zona Metropolitana, Delegación y municipio	Población						Tasa de crecimiento media anual		
	1990	%	1995	%	2000	%	90-95	95-2000	90-2000
Estados Unidos Mexicanos	81,249,645		91,158,290		97,361,711		2.07	1.55	1.84
ZMCM	5,138,037	100.00	16,784,109	100.00	17,786,983	100.00	1.85	1.37	1.64
Distrito Federal	8,235,744	54.40	8,489,007	50.58	8,591,309	48.30	0.54	0.28	0.43
AlvaroObregón	642,753	4.25	676,930	4.03	685,327	3.85	0.93	0.29	0.65
Azcapotzalco	474,688	3.14	455,131	2.71	440,558	2.48	-0.75	-0.76	-0.75
BenitoJuárez	407,811	2.69	369,956	2.20	359,334	2.02	-1.72	-0.68	-1.27
Coyoacán	640,066	4.23	653,489	3.89	639,021	3.59	0.37	-0.52	-2.00
Cuajimalpa de Morelos	119,669	0.79	136,873	0.82	151,127	0.85	2.42	2.34	2.39
Cuauhtémoc	595,960	3.94	540,382	3.22	515,132	2.90	-1.73	-1.11	-1.46
Gustavo A. Madero	1,268,068	8.38	1 256,913	7.49	1,233,922	6.94	-0.16	-0.43	-0.28
Iztacalco	448,322	2.96	418,982	2.50	410,717	2.31	-1.20	-0.46	-0.88
Iztapalapa	1,490,499	9.85	1,696,609	10.11	1 771,673	9.96	2.33	1.02	1.76
MaqdalenaContreras,La	195,041	1.29	211,898	1.26	221,762	1.25	1.49	1.07	1.31
MiquelHidalgo	406,868	2.69	364,398	2.17	351,846	1.98	-1.94	-0.82	-1.46
MilpaAlta	63,654	0.42	81,102	0.48	96,744	0.54	4.40	4.21	4.32
Tláhuac	206,700	1.37	255,891	1.52	302,483	1.70	3.87	3.99	3.92
Tlalpan	484,866	3.20	552,516	3.29	580,776	3.27	2.35	1.17	1.84
VenustialloCarranza	519,628	3.43	485,623	2.89	462,089	2.60	-1.20	-1.16	-1.18
Xochimilco	271 151	1.79	332,314	1.98	368,798	2.07	3.68	2.47	3.16
Municipios Conurbados	6,902,293	45.60	8,295,102	49.42	9,195,674	51.70	3.32	2.44	2.94
Acolman	43,276	0.29	54,468	0.32	61,181	0.34	4.18	2.76	3.56
Ateneo	21,219	0.14	27,988	0.17	34,393	0.19	5.05	4.94	5.00
Atizapán de Zaragoza	315,192	2.08	427,444	2.55	467,262	2.63	5.57	2.11	4.06
Chalco	106,450	0.70	175,521	1.05	222,201	1.25	9.30	5.67	7.72
Chiautla	14,764	0.10	16,602	0.10	19,559	0.11	2.11	3.91	2.88
Chicoloapan	57,306	0.38	71,351	0.43	77,506	0.44	3.98	1.95	3.10
Chiconcuac	14,179	0.09	15,448	0.09	17,977	0.10	1.54	3.61	2.43
Chimalhuacán	242,317	1.60	412,014	2.45	490,245	2.76	9.90	4.15	7.38
Coacalco de Berriozábal	152,082	1.00	204,674	1.22	252,270	1.42	5.42	5.01	5.25
Cuautitlán	48,858	0.32	57,373	0.34	75,831	0.43	2.90	6.74	4.54
Cuautitlán Izcalli	326,750	2.16	417,647	2.49	452,976	2.55	4.46	1.92	3.36
Ecatepec	1 218,135	8.05	1,457 124	8.68	1,620,303	9.11	3.24	2.51	2.92
Huixquilucan	131,926	0.87	168,221	1.00	193,156	1.09	4.42	3.29	3.93
Ixtapaluca	117,927	0.78	187,690	1.12	293,160	1.65	8.62	10.99	9.64
Jaltenco	22,803	0.15	26,238	0.16	31,608	0.18	2.53	4.45	3.35
Melchorcampo	26,154	0.17	33,455	0.20	37,724	0.21	4.48	2.85	3.77
Naucalpán de Juárez	786,551	5.20	839,723	5.00	857,511	4.82	1.17	0.49	0.88
Nextlalpan	10,840	0.07	15,053	0.09	19,755	0.11	6.01	6.56	6.25
Nezahualcóyotl	1,256,115	8.30	1,233,868	7.35	1,224,924	6.89	-0.32	-0.17	-0.25
Nicolás Romero	184,134	1.22	237,064	1.41	269,393	1.51	4.60	3.04	3.92
Papalotla	2 387	0.02	2,998	0.02	3,469	0.02	4.14	3.47	3.85
Paz, La	132,610	0.88	178,538	1.06	213,045	1.20	5.43	4.22	4.91
Tecámac	123,218	0.81	148,432	0.88	172,410	0.97	3.37	3.56	3.45
Teoloyucan	41,964	0.28	54,454	0.32	66,486	0.37	4.74	4.78	4.76
Teotihuacán	30,486	0.20	39,183	0.23	44,556	0.25	4.57	3.05	3.91
Tepetlaoxtoc	16,120	0.11	19,380	0.12	22,687	0.13	3.33	3.75	3.51
Tepetzotlán	39,647	0.26	54,419	0.32	62,247	0.35	5.79	3.19	4.66
Texcoco	140,368	0.93	173,106	1.03	203,681	1.15	3.80	3.88	3.83
Tezoyuca	12,416	0.08	16,338	0.10	18,734	0.11	5.00	3.25	4.24
Tlalnepantl de Baz	702,807	4.64	713,143	4.25	720,755	4.05	0.26	0.25	0.26
Tultepec	47,323	0.31	75,996	0.45	93,364	0.52	8.79	4.93	7.11
Tultitlán	246,464	1.63	361,434	2.15	432,411	2.43	7.05	4.28	5.84
Valle de Chalco Solidaridad	198,092	1.31	287,073	1.71	323,113	1.82	6.82	2.80	5.07
Zumpango	71,413	0.47	91,642	0.55	99,781	0.56	4.54	2.01	3.44

Fuente: INEGI, con base en XI Censo General de Población y Vivienda, 1990, México; 1991: Conteo de Población y Vivienda 1995, México; 1996: XII Censo General de Población y Vivienda. 2000, Resultados preliminares, México, 2000.

Anexo 16
Distrito Federal : Generación de residuos sólidos por tipo y fuente 1997, (ton/día)

Delegación	Población(hab)	Domiciliarios	Comercios	Servicios	Especiales	Otros	Total
Álvaro Obregón	688,923	384.6	73.0	49.2	28.6	34.9	570.3
Azcapotzalco	439,188	244.4	119.2	82.8	14.9	28.1	489.4
Benito Juárez	376,576	203.1	196.6	143.6	30.5	39.8	613.6
Central de abastos			556.2				556.2
Coyoacán	703,085	430.0	180.8	109.8	15.5	45.6	781.7
Cuajimalpa de Morelos	147,341	86.6	27.3	9.6	4.1	7.2	134.8
Cuauhtémoc	538,315	317.6	422.7	370.2	45.4	64.5	1,220.4
Gustavo A. Madero	1,214,626	790.5	370.8	216.0	58.7	114.7	1,550.7
Iztacalco	414,048	216.8	106.2	77.9	15.8	27.7	444.4
Iztapalapa	1,717,259	1,152.8	496.9	211.3	29.8	103.1	1,993.9
Magdalena Contreras, La	221,462	157.7	32.1	11.9	5.2	11.5	218.4
Miquel Hidalgo	367,495	211.8	160.7	138.8	35.0	100.9	647.2
Milpa Alta	75,866	43.3	11.8	9.8	3.7	4.2	72.8
Tláhuac	264,349	169.3	41.1	27.6	9.6	13.8	261.4
Tlalpan	600,703	394.8	134.4	73.4	14.6	64.4	681.6
Venustiano Carranza	471,241	286.9	299.8	161.4	44.7	47.4	840.2
Xochimilco	326,658	189.7	85.8	44.7	8.7	18.1	347.0
Total	8,567,135	5,279.9	3,315.4	1,738.0	364.8	725.9	11,424.0
Porcentaje		46.2	29.0	15.2	3.2	6.4	100.0

Fuente: DDF. Dirección General de Servicios Urbanos. Dirección Técnica de Desechos Sólidos.1997.

Anexo 17
Municipios conurbados: Generación de residuos sólidos¹ 1997 (Ton/día)

Municipio	Residuos	Porcentaje
Acolman	43.5	0.7
Ateneo	16.3	0.3
Atizapán de Zaragoza	540.3	8.3
Coacalco de Berriozábal	212.6	3.3
Cuautitlán	64.9	1.0
Cuautitlán Izcalli	535.4	8.2
Chalco	469.1	7.2
Chicoloapan	no	1.2
Chimalhuacán	473.9	7.3
Ecatepec de Morelos	160.6	2.5
Huixquilucan	191.6	2.9
Ixtapaluca	196.4	3.0
Jaltenco	21.7	0.3
La Paz	200.4	3.1
Melchor Ocampo	21.0	0.3
Naucalpan de Juárez	974.9	15.0
Nextlalpan	8.7	0.1
Nezahualcóyotl	157.2	2.4
Nicolás Romero	265.0	4.1
Tecámac	197.9	3.0
Teoloyucan	45.0	0.7
Tepotzotlán	40.0	0.6
Texcoco	174.8	2.7
Tlalnepantla de Baz	855.9	13.2
Tultepec	56.1	0.9
Tultitlán	432.2	6.6
Zumpanco	71.0	1.1
Total	6503.4	100.0

¹ Información no disponible para el municipio Valle de Chalco Solidaridad.

Fuente: Secretaría de Ecología del Estado de México. Programa de Ordenamiento Territorial del Estado de México.1997

Anexo 18 Composición de los residuos (Porcentajes)

Subproductos	Domicilios		Comercios		Servicios												Otros			Total
	Unifamiliar Y Plurifamiliar	Establecim. Comerciales	Mercados	Restaurantes y bares	Centros de Espectáculo y recreación	Servicios públicos	Hoteles	Ofnas. públicas	Centros educativos	Unidades médicas	Laboratorios	Veterinarios	Terminales terrestres	Terminal aérea	Viali Dades	Centros de readaptación Social	Áreas Verdes	Objetos Voluminosos	Nat. de Const. rep menores	
1	Abatenguas									1.97										0.03
2	Algodón	2.15	0.07	0.83			0.38	0.03	2.99	0.17	1.97	10.38	5.57							1.30
3	Cartón	5.36	11.51	5.29	5.97	11.04	23.18	3.77	11.20	8.98	8.30	8.01	2.56	4.34	5.31	3.66	5.06	4.00	6.68	
4	Cuero	0.11			0.02		3.69			0.04									0.11	
5	Envase de cartón	1.96	1.97	2.22	1.43	5.18	1.98	0.76		6.05	1.07		0.69	0.55		6.53	0.52	3.12	1.91	
6	Fibra dura veg.	0.06	1.79	2.63			1.13	0.08	0.01	0.78	0.20								0.69	
7	Fibra sintética	1.43	0.29	0.89	0.04			0.01	0.24		0.27	3.10				0.10			0.85	
8	Gasa										3.77	5.74	5.94						0.05	
9	Hueso	0.08	0.44	1.11			0.21			0.67	0.07		0.38						0.27	
10	Hule	0.20	1.07	0.16			0.36	0.18	0.83	1.33	2.07								0.37	
11	Jeringa desechable									2.80	1.31								0.04	
12	Lajas	1.58	0.31	1.47	0.25	1.23	3.10	0.52	0.28	4.89	1.73		2.31	4.53	3.17	4.77			1.24	
13	Loza y cerámica	0.37	0.12	0.09	0.45	0.29		0.18	0.08	2.01									0.30	
14	Madera	0.10	1.20	1.17	0.67		6.72		0.01	3.92	0.43		4.82	0.29			5.12	20.00	1.53	
15	Mat. De construc.	0.63			0.52	0.09		2.89						1.24					2.09	
16	Material ferroso	1.39	2.59	0.07	0.92	5.65	0.71	1.79	0.15	0.40	1.90		0.69			0.41		50.00	95.27	
17	Mat. No ferroso	0.06	0.51				1.30		6.54	0.07		1.18	1.31				2.86		2.14	
18	Papel bond	1.19	5.31	1.87	1.54	3.57	18.75	9.21	37.61	14.33	6.57	17.23	9.88	9.10	6.41	5.41	3.11	2.29	2.56	
19	Papel periódico	4.61	5.95	4.54	0.95	3.17	15.50	5.24	11.91	6.99	4.37	11.97	20.64	6.07	15.34	9.71	7.73	2.22	0.49	
20	Papel sanitario	8.78	1.94	4.27	3.40	9.59	4.20	8.16	1.99	10.72	11.00		7.38	15.20	8.92	9.52	4.65		4.41	
21	Parial desechable	3.37	0.14		0.08	0.09	0.32	0.89		1.43	0.30			1.94					4.96	
22	Placa radiológica									0.30									1.62	
23	Plástico de película	6.24	5.38	1.50	3.08	7.13	2.14	3.58	0.16	1.95	3.27		0.44	5.34	3.91	5.38	2.00	9.29	0.00	
24	Plástico rígido	4.33	3.94	2.96	1.26	15.34	1.39	1.69	0.88	2.69	0.97	8.64	1.63	3.08	5.46	6.62	1.26	4.00	4.53	
25	Poliuretano	0.16	0.11	0.08	0.03		2.70			0.67	0.76	2.17	2.56						0.16	
26	Poliuretano expand.	0.78	0.12	0.46	0.35	0.72	1.85	0.16	0.11	0.46	1.70	2.27	1.06	1.10	1.18	1.22		1.23	0.58	
27	Res. alimenticios	34.66	38.73	63.08	74.43	16.17	5.71	43.23	21.22	16.02	26.96	1.74	3.31	30.44	16.32	7.67	42.49		37.70	
28	Res. de jardinería	5.12	0.15	0.05	0.08	0.42	0.59	3.66	0.30	6.32	1.30	1.89	0.56		1.53	11.46	7.46	25.36	3.18	
29	Toalla sanitaria		0.17						0.04	0.63	1.61			0.01			2.00		0.04	
30	Trapo	0.64	0.20	0.30	0.12	1.14		1.72	0.31	1.02	0.50	1.84			4.88		3.00	30.00	1.22	
31	Vendas									0.36						0.02			0.01	
32	Vidrio de color	4.00	1.77	0.30	1.53	4.67	2.81	3.09	0.26	2.44	6.70	4.86	2.00	3.45	8.07	8.64	0.42		2.62	
33	Vidrio transparente	6.77	5.18	0.44	2.82	11.76	1.28	8.52	0.76	4.66	5.63	3.05	0.94	7.79	7.14	8.37	0.95	0.85	4.61	
34	Residuo fino	1.21	0.07	3.97	0.03	2.75		0.26	0.01	0.73	0.43	0.03			3.61	4.02		26.30	1.71	
35	Otros	2.66	8.97	0.25	0.03		0.38	2.11		0.83	1.13	3.36	23.95	5.53	8.45	6.49	19.35	6.54	3.00	
	Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Tomado del "Estudio sobre el manejo de residuos sólidos para la Ciudad de México", realizado por la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA). México 1999. Vol. I. pp. 10

Anexo 19
Superficie de los rellenos sanitarios, generación de basura
y vehículos recolectores según delegación, 1998

Delegación	Superficie de los rellenos sanitarios ¹ (Hectáreas)	Generación de basura ²		Vehículos recolectores ³
		(Toneladas)	(Porcentaje)	
Alvaro Obregón		316,090	7.6	138
Azcapotzalco		208,415	5.0	140
Benito Juárez		179,215	4.3	143
Coyoacán		314,630	7.5	126
Cuajimalpa de Morelos		74,825	1.8	45
Cuauhtémoc		261,705	6.3	255
Gustavo A. Madero		569,035	117	280
Iztacalco		196,735	47	85
Iztapalapa	37 ⁴	894,250	21.5	225
Magdalena Contreras. La		113,880	2.7	42
Miquel Hidalgo		179,580	4.3	168
Milpa Alta		33,945	0.8	32
Tláhuac		129,940	3.1	54
Tlalpan		314,630	7.5	72
Venustiano Carranza		228,125	5.5	161
Xochimilco		153,300	3.7	45
Distrito Federal	37	4,168,300	100.0	2011

¹ Datos referidos al 31 de diciembre.

² Se refiere al promedio anual de basura generada en la Ciudad de México; comprende residuos de tipo domiciliario, comercial de vía pública v otros no especificados.

³ Comprende vehículos de carga lateral, trasera, frontal y tubulares con y sin sistema de compactación. Datos referidos al 31 de diciembre.

⁴ Se refiere al sitio de disposición final controlado, ubicado en Santa Catarina, Distrito Federal; además se cuenta con el relleno sanitario Bordo Poniente que tiene una superficie total de 1,000 hectáreas localizado en terrenos de la zona federal del ex-Laqa de Texcoco en el Estado de México, que es operado y controlado por el Gobierno del Distrito Federal a través de la Dirección General de Servicios Urbanos.

Fuente: INEGI/GDF. Anuario Estadístico del Distrito Federal, 1999. México. 1999.

Anexo 20
Costos Unitarios del Manejo de Residuos Sólidos
US\$/ton/año/precio de 98

1.	Inversión de capital	
1.1	Planta de reciclaje	2.7
1.2	Estaciones de transferencia (13) *1	13.6
1.3	Sitios de disposición final	0.5
	Subtotal	16.8
2.	Costos recurrentes	
2.1	Recolección	16.1
2.2	Estaciones de transferencia (13)	13.9
2.3	Plantas de reciclaje (P/S, 3)	4.6
2.4	Sitios de disposición final (3)	3.2
2.5	Disposición de descarga ilegal (clandestinos)	18.2
2.6	Limpieza de vías principales	0.7
	Subtotal (2.1 – 2.4)	37.8
	Subtotal (2.1 – 2.6)	56.7
3.	Costos ocultos (propinas)	
3.1	Propinas de hogares	8.1
3.2	Fincas en las entidades	25.8
	Subtotal	33.9
	COSTO UNITARIO GLOBAL	
	Alternativa 1. Sin tiraderos clandestinos y limpieza de vías	82.6
	Alternativa 2. Incluye todos los costos	107.5

*1 Incluye las rutas y trailers en servicio

Fuente: Tomado de: "Estudio sobre el manejo de residuos sólidos para la ciudad de México" JICA, 1999.

Anexo 21

La incineración de residuos sólidos, una alternativa controvertida en la solución del problema de los residuos sólidos⁷.

Para el problema de los residuos sólidos, una de las alternativas son los proyectos de construcción de incineradores de residuos. Estas plantas se presentan como la solución perfecta que reduce a una décima parte el volumen de residuos inicial, y además permiten disminuir la cantidad de residuos que se depositan en los rellenos.

Sin embargo la incineración es una solución controvertida. Las emisiones de sustancias tóxicas a la atmósfera y la producción de cenizas y otros residuos, generan impactos potenciales en el medio ambiente y la salud que la hacen poco recomendable; no hay que olvidar además la poca rentabilidad económica que tienen estas plantas⁸.

A pesar de que la tecnología de las nuevas plantas permite reducir las emisiones de algunas sustancias químicas, no se ha conseguido eliminarlas en su totalidad, así como tampoco han desaparecido los otros residuos procedentes de la incineración, como cenizas volantes y cenizas de fondo. En realidad la reducción de dioxinas y otros productos químicos en las emisiones, conlleva un aumento de estos tóxicos en los otros residuos de incineración.

Existe un sentimiento común de que las cosas desaparecen cuando se queman. En realidad, la materia no se puede destruir, únicamente se transforma. Esto se puede ejemplificar comprobando el destino de algunas sustancias en los residuos que se han quemado en incineradoras de residuos urbanos. Estas incineradoras se alimentan con residuos que contienen sustancias tóxicas y peligrosas, como metales pesados y compuestos organoclorados. Los metales pesados presentes en los residuos sólidos se emiten en los gases que salen por la chimenea de la incineradora, asociados a partículas muy finas. También están presentes en las cenizas y otros residuos. La incineración de sustancias cloradas, como el plástico policloruro de vinilo (PVC), conduce a la formación de nuevas sustancias cloradas, como las dioxinas que se liberan en los gases de las chimeneas, cenizas y otros residuos. En resumen, la incineración no resuelve el problema de las sustancias tóxicas presentes en los residuos, únicamente las transforma; en algunos casos en formas más tóxicas que las originales.

Todos los tipos de incineradores liberan contaminantes a la atmósfera a través de los gases, cenizas y otros residuos. Entre la gran variedad de sustancias químicas que se emiten, se incluyen innumerables productos químicos que permanecen sin identificar. Las sustancias químicas presentes en los gases de la chimenea también se localizan en las cenizas y otros residuos, los más frecuentes son: dioxinas, bifenilos policlorados (PCBs), naftalenos policlorados, bencenos clorados, hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs), numerosos compuestos orgánicos volátiles (COVs), y metales pesados como plomo, cadmio y mercurio. La mayoría de estas sustancias son persistentes (resistentes a la degradación en el medio ambiente), bioacumulativas (se acumulan en los tejidos de organismos vivos) y tóxicas. Estas propiedades las convierte en los contaminantes más problemáticos a los que jamás se ha expuesto un sistema natural. Algunas de ellas son cancerígenas y pueden alterar el sistema hormonal. Otras como el dióxido de azufre (SO₂) y el dióxido de nitrógeno (NO₂), así como las partículas finas, se han asociado con trastornos del sistema respiratorio.

Existe una creencia generalizada de que el peso y el volumen de los residuos originales, se reduce incinerándolos en una proporción de incluso el 90%. Pero los datos actuales, aunque tengan en cuenta únicamente las cenizas que se generan, reflejan una reducción tan sólo del 45%. Se supone que el peso total de los residuos se reduce en una tercera parte durante la incineración; aunque estos datos sólo se refieren a las cenizas, e ignoran otros residuos como las emisiones en forma de gases. Un cómputo de estas emisiones incrementaría la cifra. De hecho, si se sumara la masa de todos los residuos que genera una incineradora, incluyendo las emisiones, la suma sería superior a la cantidad de residuos que entran en la planta.

Efectos en la salud y ambientales por la incineración de residuos sólidos.

Las investigaciones llevadas a cabo en este campo son limitadas y se han centrado principalmente en dioxinas y metales pesados. Estos estudios han demostrado que las plantas incineradoras, tanto las instalaciones más modernas como las más antiguas, pueden contribuir a la contaminación local de suelos y vegetación, con dioxinas y metales pesados. En varios países europeos, se ha encontrado que la leche de vaca procedente de granjas situadas en las inmediaciones de los incineradores contiene niveles elevados de dioxinas, en algunos casos por encima de los niveles permitidos.

⁷ Tomado de Michelle Allsopp, Pat Costner y Paul Johnstan "Estado del conocimiento de los impactos de los incineradores de los residuos en la salud humana". Laboratorios de investigación de greenpeace. Universidad de Exter. Reino Unido, marzo 2001.

⁸ El gobierno de Filipinas ha considerado los problemas que plantea este tipo de tratamiento para los residuos. Y tras la fuerte oposición pública que surgió en el país en contra de esta práctica, la "ley del Aire Limpio" de Filipinas de 1999, prohibió la incineración de residuos urbanos, hospitalarios y tóxicos y peligrosos, promoviendo otro tipo de gestión de residuos basado en la reducción, la reutilización y el reciclaje.

Las poblaciones que residen cerca de incineradores se encuentran potencialmente expuestas a productos químicos, bien por inhalación del aire contaminado, por el consumo de productos agrícolas locales (verduras, huevos y leche), o por el contacto directo con el suelo contaminado. Se ha detectado un incremento significativo de los niveles de dioxinas en tejidos corporales de personas que viven cerca de incineradores. En Finlandia se encontró que la proporción de mercurio en el cabello de las personas que vivían cerca de un incinerador era superior al resto de la población, posiblemente debido a las emisiones de la planta. En España, se detectaron niveles elevados de tioéteres en orina, un biomarcador de exposición a tóxicos, en niños que vivían cerca de una planta incineradora con tecnología moderna. También se encontraron niveles elevados de ciertos PCBs en la sangre de niños, que vivían cerca de una incineradora de residuos tóxicos y peligrosos en Alemania.

Varios estudios han señalado elevados niveles de dioxinas (total EQT), y/o ciertos compuestos similares a dioxinas, en los análisis efectuados en los tejidos corporales de los trabajadores, tanto de modernas como de antiguas plantas incineradoras. Estas investigaciones concluyen que es posible que este aumento se haya producido como consecuencia de la exposición, en su lugar de trabajo, a cenizas contaminadas con estas sustancias. Igualmente, algunos estudios han mostrado niveles elevados de fenoles clorados, plomo, mercurio y arsénico en los tejidos corporales de los trabajadores de estos incineradores.

Datos experimentales confirman que los incineradores emiten sustancias tóxicas y que las personas se ven expuestas como consecuencia. Los estudios realizados a trabajadores de incineradores y a poblaciones que residen cerca de estas plantas, han identificado una gran variedad de impactos asociados a la salud (Ver tabla 1). Estos estudios muestran datos preocupantes sobre los posibles impactos en la salud pública de los incineradores; incluso aunque el número de estudios (en particular aquellos que se han realizado de acuerdo con los rigurosos estándares científicos) sea limitado.

Estos resultados se pueden interpretar como indicativos claros del daño potencial que los incineradores pueden representar para la salud humana.

Tabla 1
Impactos a la salud asociados a los incineradores de residuos sólidos

IMPACTOS EN LA SALUD	COMENTARIOS
Biomarcadores de exposición Niveles elevados de mutágenos en orina.	Las cenizas de incineradores y las emisiones de gases de chimenea actúan como mutágenos (tienen la habilidad de dañar el ADN de las células). Los trabajadores de los incineradores están expuestos a estos compuestos. Niveles elevados de mutágenos en orina indican una exposición elevada a estos agentes. (Estudio realizado en 1990-1992).
Aumento en los niveles de hidroxipireno en orina.	El hidroxipireno es un indicador de exposición a los hidrocarburos poliaromáticos HAPs. Los resultados sugieren una elevada exposición a estos compuestos. (Estudio realizado en 1992).
Incremento en la cantidad de tioéteres en orina.	Los tioéteres en orina son indicadores de la exposición a compuestos electrofílicos como los HAPs. Los resultados sugieren una exposición a compuestos electrofílicos. (Estudio realizado en 1981).
Cáncer Se incrementa 3.5 veces la probabilidad de mortalidad por cáncer de pulmón.	En personas que trabajaron en un incinerador sueco de RSU (Residuos Sólidos Urbanos), durante el periodo 1920-1985. (Estudio realizado en 1989).
Incremento de 2.79 veces la mortalidad por cáncer de estómago.	En personas que trabajaron durante el periodo comprendido entre 1962 y 1992, en un incinerador de RSU en Italia. Parte de este incremento puede estar motivado por otros factores.
Otros Impactos Mortalidad elevada por isquemia coronaria.	En personas que han trabajado en un incinerador sueco de RSU, durante el periodo 1920-1985. El resultado fue estadísticamente significativo en trabajadores mayores de 40 años. (Estudio realizado en 1989).
Hiperlipidemia. Asociación entre los niveles de dioxina en sangre y una actividad natural de las células "killer" (efectos en el sistema inmunitario). Alteración de la proporción de sexos en la descendencia. Disminución de la función del hígado. Incremento de alergias.	Los niveles de hiperlipidemia fueron significativos en los trabajadores de una incineradora en Japón, que estuvo en funcionamiento entre los años 1988 y 1997. La alteración en la proporción de sexos estadísticamente no fue significativa. La correlación entre la exposición a dioxinas y las alergias tiene que confirmarse. (Estudio realizado en 2000).
Exceso de proteinurea e hipertensión. Posible incremento de la incidencia debido a una pequeña obstrucción en la salida de aire de la planta (hipótesis sin confirmar). Resultados anormales en la bioquímica de los análisis de sangre.	Trabajadores de un incinerador de RSU en Estados Unidos. Un número elevado de trabajadores presentaron niveles altos de proteinurea. (Estudio realizado en 1992).
Cloracné (afección de la piel debido a la exposición a dioxinas)	Se diagnosticó cloracné en un trabajador de una antigua incineradora en Japón, que tenía elevados niveles de dioxinas en sangre. (Estudio realizado en 1999).

En conclusión podemos decir, que existe evidencia suficiente para reconsiderar la utilización de incineradoras de residuos sólidos como alternativa para resolver el problema.

El proceso de producción de composta

El composteo es un proceso biológico mediante el cual es posible convertir residuos orgánicos en materia orgánica estable (composta madura), gracias a la acción de diversos microorganismos.

Las aplicaciones más comunes del composteo incluyen el tratamiento de residuos agrícolas, de desechos de jardinería y cocina, de residuos sólidos municipales y de lodos. Para la aplicación del composteo es necesario optimizar cinco parámetros principales: la aireación, la temperatura, el contenido de humedad, la relación carbono/nitrógeno (C/N) y el pH (Velazco, 2003).

Sistemas de composteo

a. Biopilas

En la práctica y en general una de las tecnologías de composteo más utilizada, se lleva a cabo en condiciones aerobias y se conoce como biopilas, bioceldas o pilas de composteo. El sistema de biopilas se puede manejar abierto o cerrado, se adiciona con nutrientes y agua y se coloca en áreas de tratamiento, que incluyen sistemas para coleccionar lixiviados y alguna forma de aireación.

La elección del tipo de sistema de biopilas depende principalmente de las condiciones climáticas y de la estructura de los compuestos. Generalmente las biopilas se diseñan como sistemas cerrados, ya que éstas permiten mantener la temperatura y evitan la saturación de agua debido a lluvias, además de disminuir la evaporación de agua y de compuestos orgánicos volátiles.

Dos de los sistemas de biopilas más empleados son las biopilas alargadas (figura 1) y las biopilas estáticas (figura 2). La diferencia entre ambas tecnologías radica en el método de aireación que se emplea para proveer de oxígeno al proceso de composteo, ahora veremos cada una de ellas.

i. Biopilas alargadas

El sistema de biopilas alargadas es el proceso de composteo más económico y sencillo. En éstas, el material a compostear se apila sobre una plataforma en montones alargados (Figura 1). En este tipo de biopila, la aireación se realiza mediante el mezclado manual o mecánico de la composta, proceso que a su vez permite homogeneizar la temperatura. El mezclado de la composta proporciona una mayor distribución y facilita la biodegradación de los contaminantes, ya que permite la homogeneización de los nutrientes, agua, aire y microorganismos. La frecuencia del mezclado de la pila depende de la actividad microbiana, que generalmente puede determinarse por el perfil de la temperatura en la composta (figura 3), que puede realizarse una vez al día o bien una vez al mes.

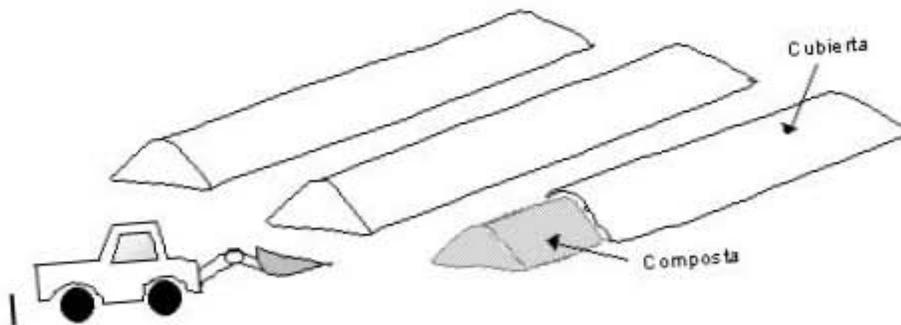


Figura 1. Representación esquemática de un sistema de biopilas alargadas.

ii. Biopilas estáticas

A diferencia de las anteriores, las biopilas estáticas no necesitan mezclarse mecánicamente, ya que la aireación y homogeneización del calor en la composta se lleva a cabo por medio de un sistema de inyección (compresor) o extracción (vacío) de aire, mediante tubos colocados en la base alineados paralelamente a lo largo de la pila (figura 2). En las biopilas estáticas, normalmente se emplea un sistema de extracción de aire, ya que ello permite la captura de los vapores de cierta fracción de compuestos orgánicos volátiles que llegan a ser removidos del suelo contaminado durante el proceso de aireación. Estos vapores son enviados a un sistema de biofiltración u oxidación catalítica para su tratamiento.

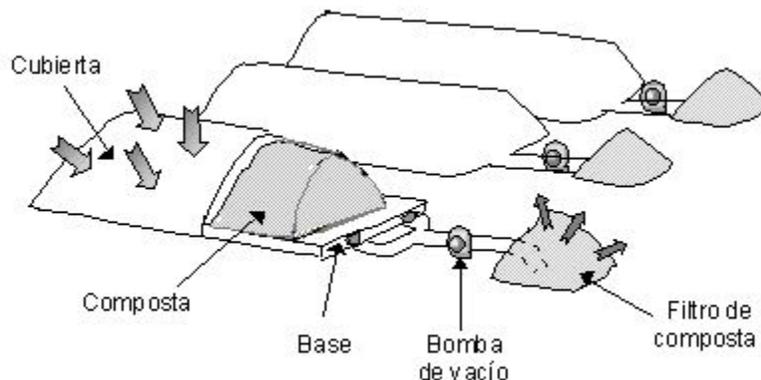


Figura 2. Representación esquemática de un sistema de biopilas estáticas.

El uso de un sistema de inyección o extracción de aire en este tipo de biopila, permite el control manual o automático de la velocidad del flujo de aire que provee de oxígeno al proceso de composteo, permitiendo así establecer una relación entre el flujo de aire y la actividad microbiana a través del tiempo

b. Factores a considerar en el diseño de una biopila

Las condiciones óptimas y el éxito de un proceso de composteo depende de diversos parámetros, los cuales pueden resumirse en dos categorías: las características del suelo, las condiciones climáticas. Una de las ventajas que ofrece la tecnología aplicada en las biopilas es que estas condiciones pueden ser controladas. Los parámetros que deben considerarse y controlarse para aumentar la eficiencia de un proceso de composteo se resumen en la tabla 1.

Tabla 1
Parámetros a considerar y sus rangos óptimos durante un proceso de composteo para el tratamiento de suelos contaminados por compuestos orgánicos.

Parámetro	Rango óptimo
Humedad	40 -85%; 50 - 80% de la capacidad de campo
pH	6 - 8; con un óptimo de 7
Relación de nutrientes (C:N:P:K) ^(a)	100:(3.3-10):(0.5-1):(0.1-1)
Relación C/N; C/P; C/K ^(b)	10 - 30; 100 - 200; 100 - 1000
Relación suelo:aditivos (peso seco)	1.5:1 a 3:1
Temperatura	25 - 35 °C
Contaminante(s)	< 50,000 mg/kg
Metales tóxicos	< 2,500 mg/kg
Cuenta bacteriana	> 1,000 UFC ^(c) /g suelo seco

(a) C:N:P:K se refiere al contenido (en peso) de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), en relación con 100 partes (en peso) de carbono (C)

(b) C/N, C/P y C/K se refieren a las relaciones (en peso) de cada elemento relativas al carbono

(c) UFC: unidades formadoras de colonias

Una de las condiciones recomendadas para el empleo de este tipo de tecnología de biorremediación para suelos es el clima cálido, donde el rango de la temperatura oscile entre 20 y 40 °C, ello debido a que estos sistemas requieren temperaturas de operación entre 5 y 40°C (Eweis et al. 1998).

La temperatura de operación de una biopila, normalmente debe encontrarse entre los 30 y 40 °C (etapa mesofílica) o entre 50 y 60 °C (etapa termofílica) y depende principalmente del calor generado por la actividad metabólica de los microorganismos en la composta y por las condiciones climáticas del lugar (Eweis et al. 1998).

De acuerdo con lo anterior, México representa una región idónea para aplicar este tipo de tecnologías ya que aunque cuenta con gran diversidad de climas, el 50.9% del territorio nacional presenta climas identificados como cálido y templado con temperaturas que oscilan entre los 20°C a 26°C y 18°C a 22°C, respectivamente .

c. Etapas del proceso de composteo

De acuerdo con las características del proceso de composteo, en la etapa inicial es necesaria una aireación eficiente (alto flujo de aire), debido a que en esta etapa existe una acelerada actividad microbiana. Este aumento en la actividad microbiana provoca un aumento en la demanda de oxígeno y un rápido aumento en la generación de calor metabólico, produciéndose temperaturas que se elevan hasta un rango termofílico (50 a 60 °C). Sin embargo, generalmente durante el composteo de suelos contaminados adicionados con agentes de volumen, el estado termofílico usualmente no se logra, por lo tanto, la temperatura no excede a los 45 °C (Velazco, 2003).

Después de un cierto tiempo la actividad microbiana disminuye, debido a que los componentes fácilmente biodegradables son consumidos. En esta etapa el requerimiento de oxígeno y la temperatura disminuyen gradualmente, por lo que la composta requiere una menor aireación (menor flujo de aire). En la figura 3, se muestra la relación entre la degradación de compuestos orgánicos (función de la actividad microbiana) y los perfiles de temperatura dentro de la composta a través del tiempo. De acuerdo con esta relación se puede emplear un programa analógico que regule automáticamente la velocidad de flujo del aire en función de la temperatura que se registra en la composta.

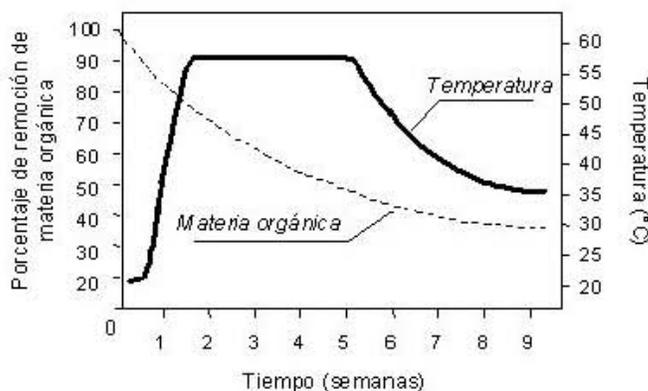


Figura 3. Remoción de materia orgánica y perfiles de temperatura durante el proceso de composteo.

El aumento y la caída en el perfil de la temperatura, a menudo pueden usarse para monitorear el desempeño de una pila de composteo. Una vez que la pila se enfría y la temperatura dentro de ésta se aproximan a la temperatura ambiente, el periodo de composteo activo puede considerarse completo. Otras características que indican el éxito de un proceso de composteo, son el cambio en la textura y el olor de la pila en la etapa final. Al inicio del proceso se generan olores fuertes y desagradables, mientras que en la etapa final éstos desaparecen y el olor es parecido al de tierra de jardín. Por su parte, la textura de la mezcla es mucho más homogénea que al inicio. Estos cambios en el olor y textura son el resultado de la biodegradación de la materia orgánica, que al pasar de forma sólida a gaseosa, da como resultado una reducción en el tamaño de la biopila. Dependiendo de la cantidad de material orgánico mezclado con el suelo, puede esperarse que la masa de la biopila se reduzca hasta en 40% (Velazco, 2003).

d. Optimización del proceso de composteo

Con la finalidad de optimizar la operación de la biopila, es recomendable realizar el monitoreo y análisis rutinario en el periodo de tratamiento. Las pruebas que generalmente se realizan son de dos tipos: a) fisicoquímicas que incluyen determinaciones de pH, temperatura, contenido de humedad y de nutrientes, concentración de oxígeno en el interior de la composta y concentración de biológicas que sirven para cuantificar la población y actividad microbiana, así como la capacidad de biodegradación de los contaminantes presentes en el suelo.

Temperatura

Las variaciones de temperatura están tan relacionadas con el funcionamiento del proceso que su seguimiento puede ser una manera de controlar el mismo. Los microorganismos que toman parte en la descomposición de los residuos sólidos son fundamentalmente bacterias y hongos, que mantienen su actividad en un determinado intervalo de temperatura; de esta forma, se pueden distinguir microorganismos mesófilos, que desarrollan su actividad entre 15 y 45°C, y termófilos, que desarrollan su actividad entre 45 y 70°C.

Tan pronto como se ha apilado la materia orgánica comienza la actividad microbiana, si las condiciones son las adecuadas. El síntoma más claro de esta actividad es el incremento de temperatura en toda la masa. La velocidad con que se incrementa la temperatura depende del tipo de material a compostar y de los factores ambientales, pero en general se considera que, como mínimo, a los dos días de haberse hecho la pila con los residuos la temperatura puede haber llegado a los 55°C. El grupo que resulta favorecido por una temperatura concreta descompondrá la materia orgánica del residuo a compostar, utilizándola como fuente de energía y desprendiendo como consecuencia calor.

Aunque en principio podría parecer interesante que la temperatura no superase los 40-60°C, óptimo biológico de los microorganismos termófilos, en la práctica se hace necesario que se alcancen temperaturas más elevadas y que éstas se mantengan a fin de eliminar parásitos y microorganismos patógenos.

Humedad

Teóricamente, una descomposición aeróbica puede realizarse entre unos valores de humedad del 30-70%, siempre que se pueda asegurar una buena aireación, que dependerá tanto del método empleado para ello como de la textura del residuo a compostar. En la práctica, se ha de evitar una humedad superior al 60% porque el agua desplazaría el aire del espacio entre las partículas del residuo y el proceso viraría hacia reacciones anaerobias. Por otra parte, si la humedad baja del 40%, disminuye la actividad de los microorganismos y el proceso se retrasa. Por ello un intervalo entre el 40-60% es el adecuado para la mayoría de residuos a compostar.

pH

El pH influye en el proceso de compostaje a causa de su acción sobre los microorganismos. En general, los hongos toleran un amplio margen de pH, que va desde 5 hasta 8, mientras que el margen para las bacterias es más estrecho, ya que oscila entre 6 y 7,5. El pH inicial del proceso dependerá del tipo de residuo o mezcla de residuos a compostar y, generalmente, a lo largo del proceso se manifiesta una progresiva alcalinización del medio.

Oxígeno

Con el fin de conseguir un buen y rápido compostaje, y a la vez evitar malos olores, es imprescindible asegurar la presencia de oxígeno, necesario para la evolución del proceso termófilo aeróbico. El oxígeno ha de ser suficiente para mantener la actividad microbiana y en ningún caso debe llegarse a condiciones anaerobias ya que, aparte de una caída en el rendimiento, se producirían malos olores. Para conseguir una buena distribución del oxígeno en toda la masa se hace necesaria la adición de un material de soporte (triturado de poda o madera) que proporcione estructura y porosidad al residuo a compostar o algún otro sistema de aireación.

Balance de nutrientes

El balance de nutrientes de un compost es importante para que funcione el proceso y para que se aprovechen y retengan al máximo los mismos. Se ha de conseguir un equilibrio entre los nutrientes, más que un determinado contenido.

Para el desarrollo y la reproducción de todos los organismos se necesita un soporte de elementos que componen su material celular o que entren en su actividad biológica, bien como fuente de energía o bien como constituyentes enzimáticos. La cantidad necesaria de elementos varía de unos a otros pero se ha de mantener una relación entre ellos. El mantenimiento de este balance es especialmente importante para el carbono y el nitrógeno, ya que generalmente los otros nutrientes están presentes en cantidades adecuadas en la mayoría de residuos.

La cantidad de carbono necesaria es considerablemente superior a la de nitrógeno, ya que los microorganismos lo utilizan como fuente de energía, con desprendimiento de dióxido de carbono, y porque está presente en el material celular en una cantidad muy superior a la del nitrógeno. Un exceso de nitrógeno resulta en un incremento del crecimiento bacteriano, y una aceleración de la descomposición de la materia orgánica; sin embargo, este exceso de actividad provoca un déficit en oxígeno por lo que el proceso se vuelve anaerobio. En cambio, la falta de nitrógeno resulta en un deficiente crecimiento del cultivo microbiano por lo que la velocidad de descomposición se ve disminuida.

Se considera que una relación carbono/nitrógeno de 25 - 35 es la adecuada, ya que los microorganismos consumen aproximadamente 30 partes de carbono por cada una de nitrógeno.

En las biopilas estáticas con sistema de inyección o extracción de aire, se puede determinar la actividad microbiana durante el tiempo real del proceso de composteo, mediante la medición del consumo de oxígeno o por la producción de bióxido de carbono en el vapor de salida de la biopila. Es recomendable realizar esta medición al menos en los primeros tres meses del tratamiento.

El resultado de estos análisis es de gran importancia para determinar el estado en el que se encuentra la biopila, lo que permite ajustar cada parámetro hasta obtener las condiciones óptimas de operación. De esta manera, es posible ajustar el pH, las velocidades del flujo de inyección o extracción de aire, el mezclado de la composta, la adición de agua, nutrientes y, en algunos casos, microorganismos exógenos adaptados para degradar cierto tipo de contaminantes.

Aplicaciones y ventajas del composteo

Algunas de las principales ventajas que presentan los sistemas de composteo, se resumen a continuación.

- Son sistemas económicamente factibles
- Son tecnologías relativamente simples, comparadas con la mayoría de las tecnologías tradicionales. El diseño y construcción de las biopilas son relativamente sencillos.
- Pueden considerarse estrategias efectivas y ambientalmente "amigables",
- El objetivo del composteo es la biodegradación

Las tecnologías de composteo, son procesos viables de aplicación para compuestos orgánicos en México ya que usualmente, la mayor parte de su territorio, cuenta con las condiciones climáticas adecuadas, con temperaturas medias anuales que oscilan entre los 18 y 26 °C, propicias para emplear estos tipos de procesos.

Importancia de la materia orgánica de los suelos

A través del tiempo se ha reconocido la importancia de la materia orgánica del suelo en:

- El funcionamiento de los ecosistemas.
- Interviene de forma activa en la formación del suelo.
- Condiciona el comportamiento del suelo, en relación al crecimiento de las plantas y microorganismos, al influir en el movimiento y almacenamiento de agua y constituir una fuente de nutrimentos.
- Los residuos orgánicos en la superficie del suelo reducen el impacto de las gotas de lluvia, y favorecen la infiltración lenta del agua. La escorrentía y la erosión se reducen, habiendo mayor cantidad de agua aprovechable para el mejor desarrollo de las plantas
- Sin residuos orgánicos en la superficie del suelo, una lluvia de 70mm puede humedecer el suelo hasta una profundidad de unos 35cm, pero con unas 32ton de residuos como cubierta orgánica, el suelo puede humedecerse al doble, hasta unos 70 cm.
- La descomposición de la materia orgánica (M.O.) produce sustancias y aglutinantes microbianos que ayudan a estabilizar la estructura deseable del suelo.
- Las raíces de las plantas al descomponerse dejan conductos a través de los cuales penetra el agua y hay difusión de los gases del suelo que favorecen el desarrollo mas vigoroso de las raíces de los cultivos siguientes.
- La materia orgánica fresca suministra alimentos para los organismos del suelo.

- Algunos animales excavan en el suelo permitiendo así a las raíces obtener oxígeno y liberar el CO₂ al irse desarrollando las plantas.
- Los residuos orgánicos sobre la superficie del suelo reducen las pérdidas del suelo debidas a la erosión eólica.
- Las cubiertas de residuos orgánicos bajan la temperatura del suelo en el verano y lo conservan mas caliente en invierno.
- La descomposición de la materia en el suelo, produce diferentes nutrimentos necesarios para el desarrollo de las plantas. Estos nutrimentos son liberados y satisfacen las necesidades de las plantas, cuando las condiciones son favorables para una rápida liberación de nutrimentos de la materia orgánica.
- La liberación del nitrógeno de la M.O. del suelo durante el periodo de desarrollo de los cultivos depende del porcentaje de M.O. presente, de la textura del suelo, de la temperatura y condiciones de humedad existentes.
- Un suelo de alto contenido en M.O. tiene mayor capacidad de agua aprovechable para el desarrollo de las plantas que el mismo tipo de suelo con menos M.O.
- La M.O. ayuda en la capacidad amortiguadora de los suelos atenuando los cambios químicos rápidos cuando se agregan los fertilizantes y/o la caliza.
- Los ácidos orgánicos liberados durante la descomposición de la M.O. ayudan a disolver minerales y a hacerlos mas accesibles para el desarrollo de las plantas.

Un puñado de tierra contiene (aproximadamente)	
100	Insectos y ácaros
110	Anélidos
250	Colémbolos
250,000	Nematodos
7'500,000	Protozoos
12'500,000	Algas
100'000,000	Hongos
125'000,000	Bacterias

Normatividad que se debe considerar si se pretende compostear biosólidos el uso y disposición de estos se encuentran regulados por la

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-004-SEMARNAT-2002, PROTECCION AMBIENTAL.- LODOS Y BIOSOLIDOS.- ESPECIFICACIONES Y LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES PARA SU APROVECHAMIENTO Y DISPOSICION FINAL. Fue publicada en el Diario Oficial de la Federacion el viernes 15 de agosto del 2003

Para la comercialización de la composta

En lo que respecta a la comercialización de la composta esta se encuentra regulada por dos normas oficiales mexicanas

1.- LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-077-FITO-2000.

Esta Norma Oficial Mexicana establece los requisitos y especificaciones para la realización de estudios de efectividad biológica de los insumos de nutrición vegetal. Fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el martes 11 de abril del 2000

2.- LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-182-SSA1-1998, ETIQUETADO DE NUTRIENTES VEGETALES

Esta Norma Oficial Mexicana establece las características y especificaciones que deben aparecer en las etiquetas de los nutrientes vegetales. Fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el viernes 20 de octubre del 2000.

Anexo 23
Estimación preliminar del costo de la planta de compostaje

Concepto	Detalles	Unidad	Costo Unitario US\$	Cantidad	Costo US\$	Costo Pesos P 9.1=\$1
MEJORAS AL SITIO						
Terraplenes	Aplicación de capa de 1.0m de residuos de construcción	m ²	1.04	370,000	385,000	3'504,000
	Grava para base, grosor =0.25 m., A=33 ha.	m ³	4.20	91,000	382,000	3'476,000
	Aplicación de arena, grosor=0.25 m., A=33 ha.	m ³	5.35	94,000	503,000	4'577,000
	Aplanado de superficie para drenaje	m ²	0.23	330,000	76,000	692,000
Mejoras en general	Terraplenado, construcción de camino de salida, drenaje, enrejado, conexión de electricidad, alumbrado, mejoras a accesos, tanque de combustible, cisternas, construcciones portátiles.				599,000	5'451,000
Total de mejoras al sitio					1'945,000	17'700,00
EQUIPO						
Báscula p/ camión	80 ton + cimentaciones, etc	Unidad	60,000	1	60,000	546,000
Cargador frontal (A)	Maquina con cucharón de 5.4 m ³	Unidad	125,400	3	376,000	3'422,000
Cargador frontal (B)	Maquina con cucharón de 5.4 m ³	Unidad	100,320	2	201,000	1'829,000
Cargador compacto	Retroexcavadora, cucharón de 2.36 m/ 0.84 m ³	Unidad	34,320	1	34,000	309,000
Camión de volteo	16 m ³ , 10 ton	Unidad	33,660	4	135,000	1'229,000
Tractor convencional	60 hp (total maquina)	Unidad	33,000	3	99,000	901,000
Camión cisterna	8,000 litros	Unidad	28,380	1	28,000	255,000
Molino de cuchillas	Cap. de 30 ton. / hora, 175 hp	Unidad	99,000	3	297,000	2'703,000
Maquina de volteo	Cap. de 2,500 ton./hora	Unidad	180,000	1	180,000	1'638,000
Trommel o criba	Tamiz de 8 mm y transportadoras	Unidad	201,600	1	202,000	1'838,000
Separador magnético	Imán permanente y marco	Unidad	7,200	2	14,000	127,000
Banda Transp. (separación)	p=600, ángulo = 25%	Unidad	15,000	3	45,000	410,000
Equipo p/ recolección	Capacidad de 2 ton.	Unidad	22,500	2	45,000	410,000
Total de equipo					1'716,000	15'617,000
Subtotal (1)					3'661,000	33'617,000
Varios 10%					367,000	3'332,000
Costos directos					4'028,000	36'649,000
Gastos generales 30%					1'209,000	10'995,000
Costos de const. Total					5'237,000	47'644,000
Contingencias físicas 10%					524,000	4'764,000
IVA 15%					785,000	7'147,000
Costo total					6'546,000	59'555,000

Fuente: JICA "Estudio para el manejo de residuos sólidos para la Ciudad de México" Kokuaisaikogyo. Co. México. 1999