

Capítulo

1.

Los residuos sólidos urbanos y de manejo especial;
manejo y problemática en México

Esta página se dejó en blanco intencionalmente

1. Los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; manejo y problemática en México

Introducción.

En la naturaleza (sin la intervención del hombre) nada se desperdicia, pues los desechos de unos organismos son utilizados por otros.

Los procesos en los que se desarrollan los sistemas biológicos naturales forman ciclos en donde se aprovechan al máximo los recursos y son altamente eficientes en su consumo de energía. Los procesos en los que se desarrollan las actividades humanas son lineales, desde la obtención de materias primas hasta su transformación en productos y su destino final, que hacen ineficiente no solo el consumo de energía, también lo es el aprovechamiento los recursos naturales.

Lo anterior ejerce presiones excesivas sobre la propia naturaleza, sobre todo cuando los productos dejan de aportar utilidad al usuario, convierten en residuos y son depositados irresponsablemente en los suelos y cuerpos de agua, agotando los recursos y liberando contaminantes al ambiente, afectando así, la calidad de vida y comprometiendo la supervivencia de las generaciones futuras.

Lo dicho antes, hace necesario adoptar políticas multinacionales, nacionales, regionales y locales, tendentes a detener y revertir estos daños, así como a lograr un desarrollo sustentable. Entre las medidas propuestas, se encuentran las relativas a promover esquemas de producción más limpia, enfoques preventivos y multimedios para reducir la liberación de contaminantes al ambiente, así como al desarrollo de programas para la minimización y el manejo integral de todo tipo de residuos.

La mayoría de estas medidas son propuestas a nivel multinacional, pero no se cuentan con personal responsable y capacitado para llevarlas a cabo, así, estos programas terminan como una serie de buenas intenciones sin que se lleve a cabo la planeación necesaria o le sean otorgados los recursos financieros y humanos para poder llevarlos a cabo. Intereses económicos y políticos interfieren en la realización de dichos proyectos.

La primera parte del capítulo, describe que es un residuo según la ley, los factores que influyen en su generación y composición. Analizamos, como consecuencia al incremento de residuos, su problemática en diversas áreas; por ejemplo la ambiental, pues la generación exagerada en cortos periodos de tiempo impide que los recursos naturales se reintegren a sus ciclos respectivos.

En un segundo tiempo, estudiamos la evolución histórica en materia de manejo de residuos en México, así como su situación actual, enunciamos su marco regulatorio, y clasificación de acuerdo a las normas y describimos las partes del sistema de manejo; que puede ser muy sencillo o muy complejo, pero su principal objetivo es darle un concepto que contemple un ciclo de vida, no solo aminorando los impactos ambientales, que en la actualidad tienen prioridad, sino también en los sociales, políticos y tecnológicos.

1.1 Generación de residuos

Desde los días de la sociedad primitiva los seres humanos y los animales han utilizado los recursos de la tierra para la supervivencia. Poblaciones pequeñas, uso de herramientas primitivas así como una poca disponibilidad de tecnologías contribuían a que la economía fuera básicamente de subsistencia, los impactos al medio ambiente eran mínimos y el hombre vivía en completo equilibrio con la naturaleza.

El desarrollo de las civilizaciones, las innovaciones científicas, los avances tecnológicos, así como un cambio en los hábitos de consumo, provocaron que ese equilibrio que se tenía con la naturaleza se rompiera. Este desarrollo evoluciono de forma exponencial en un periodo de tiempo relativamente corto, forzando la capacidad de la naturaleza a adaptarse a los cambios, provocando así, la sobre explotación de los recursos naturales y la alteración al medio ambiente poniendo en peligro no solo la subsistencia de los recursos, también la del propio ser humano, pues el desarrollo desordenado actual no será sostenible en un futuro inmediato.

Figura 1.1 Cultura desechable

Fuente: adaptado a partir de <http://usuarios.lycos.es>

En las ciudades se introducen grandes cantidades de productos para uso y consumo de los habitantes, los cuales tienen una vida útil muy corta, creados para satisfacer necesidades y proporcionar comodidad instantánea al usuario, así, invadidos por la inevitable cultura de lo

desechable, de aquello que después de usarse deja de ser útil o simplemente pierde interés y da lo mismo a donde va a parar.

La costumbre de arrojar al bote de basura lo definido como desechable se expande a otro tipo de materiales y productos que en principio no lo son, finalmente, lo que no es aprovechado se desecha y es considerado como “residuo” (López Ruiz, 2002).

1.1.1 Definición, generación y tipos de residuos

Un residuo es un 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 (LGPGIR¹, 2003).

Un ecosistema no genera residuos, porque los desechos de unos organismos son aprovechados por otros. En los ecosistemas donde se encuentra inmerso el ser humano, se consumen grandes cantidades de recursos naturales en sus procesos productivos, que a su vez generan grandes cantidades de sustancias y materiales, que por su composición y volumen superan la capacidad de la propia naturaleza para incorporarlos de nuevo al ecosistema.

En las actividades humanas para la utilización y manejo de productos naturales se tienen cuatro etapas, las cuales se muestran en la figura 1.2.

Esto sucede tanto a nivel industria como en los hogares, ya sea el producto un par de zapatos o plato de sopa. Cuando la actividad humana incluye solo la modificación de productos, los desechos de esta pueden regresar a la naturaleza sin alguna alteración notable. Cuando dicha actividad incluye la “transformación” de los productos los desechos de esta no pueden ser asimilados tan fácilmente.

¹ LGPGIR: Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Figura 1.2 Etapas de producción

Fuente: Adaptado de López Ruiz (2002)

Los sistemas de producción actuales requieren de una estructura organizada y compleja de captación, transformación primaria, transporte, transformación secundaria, empaque, transporte final, desempaquetado y consumo, y en todas sus etapas genera algún tipo de residuo, ver Figura 1.3.

Las fuentes y los tipos de residuos según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 1991) vienen detallados en la tabla 1.1.

Los residuos no se ajustan a un estándar y normalmente, no existen dos residuos iguales; por ejemplo los residuos generados en una casa varían de semana en semana y de estación en estación, así como entre grupos socioeconómicos de un país y de un país a otro, como lo vemos en la figura 1.4.

En la tabla 1.2 Podemos observar como varían los residuos domésticos dependiendo del país, por ejemplo en Estados Unidos los residuos alimenticios corresponden al 9 por ciento del total, esto debido al uso de trituradores en los fregaderos de las cocinas, el plástico se usa mucho en Irlanda por eso produce más residuos plásticos que los otros países y la cantidad de cenizas disminuye a nivel internacional a medida que crece el PIB.

Figura 1.3 Generación de residuos en las diferentes etapas de un sistema producción

Fuente: adaptado a partir de Tchobanoglous, Theisen y Vigil; 1994

Tabla 1.1 Origen y tipos de residuos

ORIGEN	LOCALES	TIPO DE RESIDUO
Doméstica	Viviendas unifamiliares y multifamiliares, apartamentos de media y gran altura.	Alimentos, papel, embalaje, vidrio, metal, cenizas de basura doméstica peligrosa
Comercial	Tiendas, restaurantes, mercados, oficinas y hoteles.	Alimentos, papel, embalaje, vidrio, metal, cenizas de basura doméstica peligrosa
Industrial	Fabricación, industrias productoras de materiales ligeros y pesados, refinerías, plantas químicas, minas, generación de energía...	Residuos de procesos industriales, metales, madera, plásticos, aceites y residuos peligrosos.
Construcción y demolición		Tierra, cemento, madera, acero, plástico, vidrio, vegetación.

Fuente: G. Kiely, 1999.

Figura 1.4 Generación per cápita de residuos domésticos de algunos países en función de su PIB

Fuente: Adaptado de C. Ludwig, 2003

Tabla 1.2 Composición típica de residuos domésticos de algunos países (%)

Componente	EUA	Dinamarca	Londres	Polonia	China	Irlanda Dublín
	1993	1992	1993	1992	1985	1992
Residuos alimenticios	9	35	26.7	24	36	34.2
Papel, cartón	40	35	35.5	11	2	18.7
Plásticos	7	6	5.2	2	1.5	16.1
Vidrio	8	8	10.8	6	1	5.4
Metales	9.5	4	6	2	1	2.9
Ropas/telas	2	8	3.4	10	1.5	2.6
Cenizas, polvo	3	4	5	45	57	17.2
Inclasificados (jardín, patios, madera)	21		7.1			2.9

Fuente: G. Kiely, 1999.

1.1.2 Definición, composición y características de los residuos

Muchos países en el mundo se enfrentan grandes retos debido al incremento demográfico e industrial, aumento en los niveles de bienestar, así como la tendencia de la población a concentrarse en zonas urbanas y México no es la excepción.

En el país, la población incremento de 91.2 millones de personas en 1998 a 103.3 millones al 2006, según estadísticas del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), en ese mismo periodo la generación de residuos per cápita aumentó de 850 g al día a poco más de 1300 g en zonas metropolitanas.

Los patrones de consumo no son iguales en todo el país, así que se pueden encontrar diversas condiciones y variables que inciden sobre la generación en diferentes localidades mexicanas (Bernache, 2006) (ver tabla 1.3). Entre las más relevantes se pueden identificar a los niveles de ingreso, a la propensión a consumir, crecimiento demográfico, a la estructura por edades de la población y nivel de urbanización de la sociedad (GTZ/COMIA, 2003).

Lo anterior contribuye a una generación nacional estimada de 103 mil toneladas diarias de residuos, como se puede ver en la figura 1.5.

Tabla 1.3 Generación de Residuos por Tipo de Localidad

Tipo de localidad	Número de localidades	Población/ (Mill, hab)	Generación (t/día)	Generación (Kg/hab/día)
Zonas Metropolitanas	7	33	43,820	1.328
Ciudades Medias	173	30.2	30,290	1.003
Localidades Urbanas Pequeñas	267	9.8	8,330	.850
Localidades semirurales y rurales	199,600	33.5	14,560	.435
Total	200,000	106.5	97,000	.911 (media)

Fuente: El autor a partir del INEGI, estadísticas para el año 2006.

Figura 1.5 Evolución en la generación de Residuos en México

Fuente: El autor a partir del INEGI, estadísticas para el año 2008.

Así mismo las características de los residuos se transformaron de materiales mayoritariamente orgánicos, a elementos cuya descomposición es lenta (ver figura 1.6). Estos elementos difíciles de reintegrar a la naturaleza pueden aprovecharse si se llevan a cabo procesos complementarios.

Actualmente, la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) estima que se recolecta únicamente 90.12% del total de los residuos que se generan diariamente, es decir 92,824 ton, quedando dispersas en calles y caminos 10,176 ton. Del total generado, sólo poco más de 63.48% son depositados en sitios controlados, esto es, 69,502 ton, lo que quiere decir que 29,808 ton se disponen diariamente a cielo abierto en tiraderos no controlados o en tiraderos clandestinos (ver figura 1.7).

Figura 1.6 Composición de los residuos

Fuente: El autor a partir del INEGI, estadísticas 2008.

Figura 1.7 Disposición final de las 103 mil ton/día de residuos generados

Fuente: El autor a partir del INEGI

1.1.3 Problemática asociada a la generación de residuos

La generación de residuos, propia de las actividades humanas, no es un problema en sí mismo, siempre y cuando sean devueltos al ambiente en concentraciones que permitan ser incorporados a los sistemas ecológicos. Analizaremos la problemática asociada a la generación de residuos:

Ambiental

Agotamiento de recursos naturales y acumulación de residuos que no pueden reintegrarse al ambiente causando efectos nocivos en los organismos vivos.

Política

Preocupación por la creciente demanda de servicios y para proporcionar un destino final adecuado que no afecte negativamente al ambiente ni a la salud.

Tecnológicos

Importación de procesos que inciden en el volumen y características de los residuos.

Económica

Los servicios de limpia tienen un costo que ya no es completamente autofinanciable.

Social

La cultura úsese y tírese, se ha vuelto un común denominador, pues la comodidad para el consumidor es un eje que motiva los nuevos patrones de consumo (Bernache, 2006).

1.2 Manejo de los Residuos en México

La **prevención** de los residuos² es el conjunto de acciones que debe realizar la autoridad, tanto federal, como estatal y municipal, en corresponsabilidad con la comunidad, para disminuir la cantidad de residuos generados, con el fin de que los trabajos relacionados con el manejo

² Antes conocido como Servicio Público de Limpia.

integral de residuos sean realizados con eficiencia, los recursos humanos, técnicos y financieros **puedan** ser mejor administrados y los daños al ambiente puedan ser disminuidos.

La **gestión integral** de los residuos comprende todas las acciones a llevar a cabo entorno a los residuos. Por ejemplo: expedición de reglamentos de limpia, estímulos para la reducción de la basura, promoción de centros de acopio, gestión de recursos y apoyos, capacitación, el manejo integral, así como el impacto al medio ambiente natural y social³.

“El **manejo integral** es la parte técnica de la gestión integral e incluye todos los aspectos relacionados con los residuos; la generación, almacenamiento, barrido, recolección, traslado, tratamiento, aprovechamiento de materiales y disposición final” (GTZ/SEMARNAT, 2006).

1.2.1 Clasificación de los residuos

Los residuos pueden clasificarse de acuerdo a; su origen, su composición o su peligrosidad, pero en México, los residuos se clasifican como lo establece la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (**LGPGIR**):

Residuos Incompatibles (**RI**): 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 peligrosos (**RP**): son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos⁴ que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio.

Residuos de Manejo Especial (**RME**)⁵: son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos

³ Este concepto se encuentra definido con mayor detalle en el artículo 5° de la LGPGIR.

⁴ Consultar la LGPGIR en sus Artículos 16°, 21° – 24° y Título V Manejo integral de residuos peligrosos.

⁵ Consultar la LGPGIR, 2003 en sus Artículos 19°, 95° – 100°.

urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos; pueden ser RSU en grandes cantidades (mayor a 10 ton al año). La autorización de los sistemas de manejo está a cargo de las entidades federativas. A su vez se clasifican en:

- a) residuos de las rocas o de los productos de su descomposición
- b) residuos de servicios de salud, con excepción de los biológico infecciosos
- c) residuos generados por las actividades pesqueras, agrícolas, silvícolas, forestales, avícolas, ganaderas incluyendo los residuos de insumos
- d) residuos de los servicios de transporte, generados en puertos, aeropuertos, terminales ferroviarias y portuarias, aduanas
- e) lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales
- f) residuos de tiendas departamentales o centros comerciales
- g) residuos de la construcción, mantenimiento y demolición
- h) residuos tecnológicos provenientes de la industria de la informática, electrónica, vehículos automotores y
- i) otros que determine la SEMARNAT.

Residuos Sólidos Urbanos (RSU): 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.⁶ (LGPGIR, 2003)

⁶ Estas clasificaciones se encuentran más detalladas en el Título Segundo de la LGPGIR, 2003.

1.2.2 Antecedentes históricos del manejo de RSU y RME

✿ Antes del siglo XIV

La práctica de tirar los residuos a las calles, carreteras y terrenos vacíos llevó a la reproducción de ratas con sus pulgas respectivas que eran portadoras de plagas, causando epidemias con altos índices de mortalidad.

✿ Siglo XIV

1589 - fueron dispuestos 5 centros de acumulación de desechos ubicados en lo que ahora es la delegación Iztapalapa, para que de manera oficial, la población pudiera depositar los residuos generados en sus hogares, que después eran trasladados a sitios de disposición final, mediante carretones jalados por mulas (INE y SEMARNAP, 1996).

✿ Siglo XIX

Las medidas de control de salud pública llegaron a ser una consideración vital de los funcionarios públicos, era necesario que los residuos fueran recogidos y evacuados de forma sanitaria para controlar a los roedores y las moscas (Tchobanoglous, Theisen y Vigil; 1994).

Para el año de 1884, la recolección y transporte de basura municipal en la capital de México requería 136 mulas y 83 carretones (INE y SEMARNAP, 1999).

El 15 de Julio de 1891, se expidió el Primer Código Sanitario elaborado por el Consejo Superior de Salubridad.

✿ Siglo XX

■ 1920 - 1929

La Comisión Constructora a cargo del Ing. Miguel Ángel de Quevedo, desarrolló estudios de pulverización de residuos sólidos para destinarlos a abono agrícola y saneamiento en varios barrios de la Ciudad de México.

El Distrito Federal tenía ya 2,500 elementos dedicados al Servicio de Limpia.

■ Década de los 50's

El Regente Ernesto Uruchurtu ordenó el cambio de carros de mulas por vehículos motorizados para la recolección, que permitía un servicio público más amplio y eficiente, y al mismo tiempo se centralizaron los entierros y se popularizó el sistema de vertederos⁷ municipales.

■ Década de los 60's

Primeros intentos por parte de la federación en el control de los residuos, cuando la Dirección de Ingeniería Sanitaria pasó a formar parte de la Comisión Constructora e Ingeniería Sanitaria, de la Secretaría de Salubridad y Asistencia, (CCISSA), con la finalidad de atender, a nivel nacional los programas de recolección y disposición de residuos sólidos. Con este organismo da principio la incorporación de técnicas y métodos de ingeniería para tratar de solucionar el problema, cada vez más creciente, de los residuos sólidos.

Se realiza la primera obra de gran magnitud para el control de dichos residuos, cuando en la Ciudad de Aguascalientes se diseña y opera el primer relleno sanitario del país, bajo la dirección de profesionales y técnicos de la CCISSA (INE/SEMARNAP, 1999).

■ Década de los 70's

Se inicia un programa a nivel nacional que duró de 1973 a 1976, con el apoyo de un crédito otorgado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), por medio de este programa, se proporcionó asesoría y se desarrollaron proyectos ejecutivos de manejo y disposición final de los RSU en las ciudades de Acapulco, Tijuana, Mexicali, Saltillo, Cd. Juárez, Tuxtla Gutiérrez, Monterrey y Ensenada.

Se iniciaron los primeros cursos de capacitación para personal de los municipios y se desarrollaron las primeras instancias para identificar el problema de los residuos industriales.

⁷ Vertedero: Lugar donde se vierten ilegalmente los residuos dentro de una zona controlada.

A fines de la década de 1970 y hasta 1982, en la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas (SAHOP), dentro de la Subsecretaría de Asentamientos Humanos y en la Dirección de Ecología Urbana, se llevaron a cabo una serie de proyectos, así como la elaboración de normas técnicas para el control de los RSU y RME (INE y SEMARNAP, 1999).

■ Década de los 80's

Se introdujo el mandato constitucional en el artículo 115 para que los municipios asumieran la responsabilidad de brindar los servicios de limpia y aseo urbano, sin que se precisara el tipo de residuos a los cuales debían de circunscribirse (SEMARNAT, 2008).

En 1982 se crea la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE), cuyas atribuciones en el área de control de RSU se conjuntaron en la Subsecretaría de Ecología y a partir de 1983 se inicia el programa RS100, que consistía en la elaboración de proyectos ejecutivos de relleno sanitario en las ciudades mayores de 100,000 habitantes (INE y SEMARNAP, 1999).

Aunado a lo anterior, se elaboraron los manuales de diseño de rellenos sanitarios y los programas de diseño de rutas de recolección mediante el uso de computadora, así como los proyectos ejecutivos para el confinamiento de residuos industriales. Además, se continuó impartiendo cursos de capacitación y adiestramiento a personal de los municipios del país (INE y SEMARNAP, 1999).

Con la promulgación de la LGEEPA en 1988 se establecieron las bases regulatorias en las que se sustentó la gestión de los residuos peligrosos, y se estableció una distinción entre éstos y los no peligrosos, entre los que se encuentran los RSU y los residuos industriales, que en realidad incluyen los del resto de las actividades productivas (SEMARNAT, 2008).

■ Década de los 90's

En 1992 desaparece la SEDUE y se crea la Secretaría de Desarrollo Social, (SEDESOL) la cual incluye en su estructura al Instituto Nacional de Ecología (INE). La SEDESOL continúa brindando apoyo a los municipios, a través del desarrollo de proyectos ejecutivos y del

financiamiento para la construcción de infraestructura para el control de los RSU y la construcción y operación de rellenos sanitarios, hasta la fecha.

La Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, (SEMARNAP), se crea en 1994 incorporando al INE y a los demás órganos que en la SEDESOL se ocupaban de cuestiones ambientales. En este contexto, el INE asume la responsabilidad del desarrollo de la normatividad de los RSU y en el año de 1996, promulga la norma oficial mexicana que establece los requerimientos para la selección de sitios para ubicar rellenos sanitarios (INE Y SEMARNAP, 1999).

Siglo XXI

El 30 de noviembre del año 2000, se cambió la Ley de la Administración Pública Federal dando origen a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Pasando el subsector pesca a la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).

El 8 de octubre de 2003 se publica en el Diario Oficial de la Federación la LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS (LGPGIR), que determina la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional, estableciendo el principio de responsabilidad compartida, entre las entidades federativas.

El 9 de junio del 2004, se aprueba la Norma Oficial NOM-083-SEMARNAT-2003, que establece las especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de RSU y RME (www.semarnat.gob.mx).

1.2.3 Marco legal

El marco legal bajo el cual se sustenta el manejo integral de los residuos incluye Leyes, Reglamentos y Normas de los tres órdenes de gobierno e involucra a un número considerable de instituciones las cuales buscan el bien común mediante la disminución o eliminación de los

efectos nocivos que puede causar el manejo inadecuado de los residuos, en la tabla 1.4 se presenta el marco actual de la legislación en el ámbito de los residuos sólidos municipales (INE/SEMARNAP, 1999).

Tabla 1.4 Marco legal actual para el manejo de los residuos.

Ordenamiento	Descripción
Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	Artículo 4. Garantiza el derecho de toda persona a un medio ambiente adecuado. Artículo 115. Establece la prestación de servicios públicos por parte del municipio
Ley General de Salud	Establece las disposiciones en relación al servicio público de limpia, promueve y apoya el saneamiento básico, determina normas y medidas tendientes a la protección de la salud y aumento de la calidad de vida.
Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA)	Art. 134. Prevención y control de la contaminación del suelo por residuos. Art. 135. Ordenación urbana, servicio de limpia y sitios de disposición final. Art. 137. Autorización del funcionamiento de sistemas de recolección, transporte, tratamiento y disposición final. Art. 138. Acuerdos para mejorar e implantar sistemas de recolección, transporte, tratamiento y disposición final. Art. 139. Contaminación por lixiviados. Art. 141 Biodegradación de RSU.
Ley General de Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR)	Reglamenta las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en lo referente a la protección al ambiente, en materia de prevención y gestión de los residuos, y establece bases para: principios de valorización, responsabilidad compartida manejo integral, criterios de gestión integral, mecanismos de coordinación entre entidades, mercado de subproductos, participación de la sociedad, creación de sistemas de información referentes a gestión de RSU y RME, prevención de la contaminación de sitios, fortalecimiento de la innovación tecnológica, establecimiento de medidas de control y seguridad, entre otras.
Normas Oficiales Mexicanas	NOM-083-SEMARNAT-2003; Especificaciones de protección ambiental para selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de sitios de disposición final. NOM-087; Regula el manejo de los residuos biológico-infecciosos NOM-198; regula la incineración de residuos

Tabla 1.4 Continuación...

Ordenamiento	Descripción
Normas Técnicas Mexicanas	Estas NMX tienen el objetivo de estandarizar los procedimientos relacionados con los estudios de caracterización de los residuos sólidos. NMX-AA-15-1985 Muestreo – Método de cuarteo. NMX-AA-61-1985 Determinación de la generación. NMX-AA-22-1985 Selección y cuantificación de subproductos. NMX-AA-19-1985 Determinación del peso volumétrico “in situ”.
Normas Técnicas Estatales	La Ley Estatal de Protección al Ambiente puede considerar la elaboración de normas técnicas estatales obligatorias.
Ley Orgánica del Municipio Libre	Establece las atribuciones de los ayuntamientos para nombrar las comisiones que atiendan los servicios públicos.
Bando de Policía y Buen Gobierno	Plantean el conjunto de normas y disposiciones que regulan el funcionamiento de la administración pública municipal.
Reglamento de Limpia	El reglamento regula específicamente los aspectos administrativos, técnicos, jurídicos y ambientales para la prestación del servicio de limpia pública.

Fuente: Adaptado de SEMARNAT, 2001

1.2.4 Sistema de manejo de los RSU y RME

El manejo integral y sustentable de los residuos combina flujos de residuos, métodos de recolección y procesamiento, de lo cual derivan beneficios ambientales, optimización económica y aceptación social en un sistema práctico para cualquier región. Esto se puede lograr combinando opciones de manejo que incluyen esfuerzos de rehúso y reciclaje, tratamientos que involucran compostaje, biogasificación, incineración con recuperación de energía, así como la disposición final en rellenos sanitarios (SEMARNAT, 2001).

En la actualidad, el adecuado manejo de la basura, depende de estudios y proyectos en que las condiciones locales y regionales sean debidamente evaluadas y encaradas, y se vea esta problemática como un problema de ingeniería, exigiéndose la colaboración de profesionales.

El primer paso está en manos del gobierno y las autoridades locales a todos los niveles con el apoyo de la población, y en segundo término de otros organismos nacionales e internacionales que presten ayuda técnica y financiera.

En los países en desarrollo, el aseo urbano es uno de los problemas de saneamiento del medio que está exigiendo una mayor atención por parte de las autoridades gubernamentales, así como de las autoridades de financiamiento y de investigación.

De esta manera el manejo de los residuos sólidos y su disposición sanitaria final, determinarán en buena parte la calidad de la administración local y la eficiencia de sus dirigentes. A través del servicio público de limpia se puede evaluar la voluntad política, la capacidad de gestión y su responsabilidad para brindar la debida protección de la salud pública y de los trabajadores, además de obtener un buen aspecto y protección del ambiente en su territorio municipal (SEDESOL, 2004).

El manejo integral de los residuos, es un concepto que contempla el ciclo de vida de la producción y el consumo de bienes y servicios.

La gestión de los RSU puede tener muchas variaciones pero siempre debe adaptarse a las condiciones de la situación local y las posibilidades de cada municipio. En este sentido el manejo de los residuos como parte de la gestión puede ser muy sencillo, como muestra en el siguiente flujograma de la Figura 1.8.

Figura 1.8 Diagrama de flujo de un sistema simple de manejo de RSU y RME

Fuente: (GTZ y SEMARNAT, 2006)

En cuanto el ejemplo anterior se limita a la recolección y disposición de los residuos sólidos generados, otros conceptos pueden incluir una serie de procesos adicionales (ver Figura 1.9), especialmente en el tratamiento que ayude la protección al ambiente.

Figura 1.9 Diagrama de flujo de un sistema de manejo de residuos diferenciado

Fuente: (G. Wehenpohl, 2004)

1.2.4.1 Recolección y Transporte

La recolección generalmente representa uno de los mayores impactos económico en la gestión de los residuos sólidos. Dependiendo de las medidas generales de manejo se puede hacer una recolección de residuos mezclados o separados conforme el tipo de tratamiento posterior. La separación de materiales reciclables en el camión por el personal de recolección reduce fuertemente la eficiencia del servicio.

- ✿ **Recolección mezclada:** es la más común, ya que solamente en algunos municipios se realiza una separación sistemática. Este sistema requiere pocos cambios en los hábitos de los generadores, ya que no precisan separarlos en la fuente. Por otro lado, este tipo de recolección anima a los trabajadores en los camiones hacer una pre-pepena para tener un ingreso adicional por la venta de material reciclable. Con eso, el proceso de la separación en el camión reduce significativamente la velocidad y la eficiencia de este servicio.
- ✿ **Recolección selectiva:** implica que las fracciones sean separadas en la fuente y posteriormente recolectadas también en forma separada. Esta separación reduce bastante la mezcla y contaminación de materiales, lo que en consecuencia aumenta su calidad y valor, permitiendo ampliar el mercado para la venta de los materiales reciclables y de la composta. La separación de residuos orgánicos tiene sentido si hay

posterior compostaje y si el producto tiene mercado. Puede ser recomendable separar el grupo reciclable en más fracciones, si esto aumenta los ingresos.

- ✿ **Recolección separada:** esta puede ser realizada con el mismo tipo de equipo actualmente usado para la recolección, sin cambios. En este caso se recomienda hacer la colecta por fracción, esto quiere decir un día recolectar orgánicos, otro día reciclables y otro día los restantes. La introducción de este sistema requiere que los generadores participen y no entreguen todo el mismo día.

Figura 1.10 Camión recolector típico



Fuente: <http://concienciamexico.blogspot.com/>

Otra forma de la recolección realizada con éxito, es la adaptación de los camiones. Para cada uno de los tres grupos se crea un espacio específico en el camión. La ventaja de este sistema es que los generadores pueden poner, aún por fracción separada, todos los residuos el mismo día. Una desventaja consiste en el hecho de que a veces hay mucho material reciclable y el espacio destinado a ellos en el camión está lleno mucho antes que los otros.

Los camiones de colecta son adecuados para este servicio (ver figura 1.10) pero generalmente son poco eficientes para llevar los residuos por grandes distancias ya que la capacidad se ve limitada por diferentes razones.

El transporte es el recorrido que realiza el camión sin hacer al mismo tiempo la recolección. Eso puede ser la parte del camino que corre el camión de la recolección una vez llenado con material hasta la disposición final. En otros casos es solamente el recorrido a partir de la planta de transferencia hasta el punto final del sistema (GTZ/ SEMARNAT, 2006).

1.2.4.2 Estaciones de transferencia

Una estación de transferencia se define como el conjunto de equipos e instalaciones donde se lleva a cabo el transbordo de residuos, de vehículos recolectores a de carga de gran tonelaje, para transportarlos a los sitios de disposición final. El objetivo fundamental de una estación de transferencia, es incrementar la eficiencia global de los servicios de manejo de los RSU, a través de la economía que se logra con la disminución del costo general del manejo, así como por la reducción en los tiempos de transporte y la utilización intensiva de los equipos y recurso humano (INE/SEMARNAP, 1996).

En estas estaciones se pueden compactar los residuos y una vez compactados son trasladados a los sitios de disposición final, esta compactación permite reducir a una tercera parte el volumen de los residuos (Bautista, 1998).

Las estaciones de transferencia llegan a ser aún más necesarias cuando las distancias a los centros de tratamiento o disposición final se encuentran muy alejados provocando que el transporte directo ya no sea económicamente factible. Y los residuos una vez compactados son cambiados de los vehículos pequeños de recolección a grandes de transporte. Haciendo más eficiente su traslado (Tchobanoglous, Theisen y Vigil, 1994).

Figura 1.11 Instalaciones de la estación de transferencia Chabacano-La Viga

Fuente: www.jornada.unam.mx

1.2.4.3 Tratamiento

Las diferentes formas de tratamiento de residuos sólidos ayudan proteger el ambiente y reducir el gasto de materia prima. Si todos los residuos son llevados directamente al relleno sanitario sin tratamiento previo, los materiales reaprovechables (vidrio, aluminio, plásticos, etc.), se pierden prácticamente para siempre. Además, la disposición final de los residuos tiene un impacto mayor al ambiente por el volumen que representa y aumenta el riesgo de contaminación.

El punto clave no es cuántas opciones de tratamiento se utilicen, o si se aplican todas al mismo tiempo, sino que sean parte de una estrategia que responda a las necesidades y contextos locales o regionales, así como a los principios básicos de las políticas ambientales en la materia

Los diferentes tipos de tratamiento más comunes se analizarán a continuación (GTZ/SEMARNAT, 2006):

Separación y Reciclaje

En México, como en otros países latinoamericanos, la separación de materiales reaprovechables desde la fuente generadora todavía no es muy común (ver figura 1.12).

Actualmente la separación se realiza principalmente por:

- Sector informal (pepenadores⁸) que separa los materiales antes de la recolección, cuando los residuos están dispuestos para ésta, en el camión de la recolección (prepepena) o en el sitio de disposición final;
- Centros de acopio privado, donde los generadores y los trabajadores de los camiones de recolección llevan materiales reaprovechables para venderlos.

El reciclaje es el proceso industrial de hacer un nuevo producto con el material que era desecho. Eso es un proceso fuera de la responsabilidad municipal. El campo de acción a nivel municipal consiste en la separación del material en la fuente, durante la recolección, en los centros de acopio o en los sitios de disposición final.

Figura 1.12 Separación desde la fuente

Fuente: adaptado de <http://usuarios.lycos.es>

El sistema debe ser complementado por centros de acopio. En la mayoría de los casos estos centros son del sector privado y algunos municipales. Los centros dependientes del municipio sufren con los cambios administrativos-políticos (cada tres años) y por eso generalmente

⁸ Pepenadores: nombre con el que se conoce a los trabajadores del tiradero.

tienen menos sustentabilidad. Por otro lado los centros privados, que viven de este trabajo tienen un mayor interés en estas actividades, no sufren de los cambios administrativos políticos y por lo tanto son recomendables (GTZ/SEMARNAT, 2006).

☀ Compostaje

El compostaje es la transformación bioquímica de forma controlada. Este proceso transforma los residuos orgánicos en composta, la cual tiene potencial como mejorador de suelos y puede ser usado en la agricultura y horticultura. En él se pueden aplicar todos los residuos biodegradables, como: restos orgánicos de comida, restos de frutas y verduras, ramos y hojas de los árboles, pasto, paja, excremento de animales, papel, madera (cuando no están contaminados con productos químicos) ver figura 1.13.

Figura 1.13 Composición general de la composta

Fuente: <http://www.tierramor.org/permacultura/composta.htm>

Tradicionalmente ingresan a las plantas de compostaje residuos sólidos mezclados. El producto obtenido en estas plantas es de baja calidad y difícil de vender. Análisis comparativos muestran que el contenido de metales pesados en este tipo de composta es de 5 a 10 veces mayor que en compostas hechas a través de materia orgánica previamente separada. Además, el producto contiene un alto grado de materiales adjuntos (fragmentos de

vidrio, plástico, metal, etc.). A la larga, éste tipo de plantas tendrían que cerrar por los problemas técnicos y financieros que presentan.

Una alternativa a esta forma de compostaje es la basada sólo en la materia orgánica después de una recolección selectiva. Esto es factible tanto a nivel hogar como de pequeños, medianos y grandes municipios. Si se opera la planta adecuadamente se obtiene un buen producto, que al ser de calidad, tiene buen mercado. Para tener acceso a este mercado puede ser necesario involucrar un intermediario. Pero aun así, el proceso puede ser autofinanciable bajo las condiciones mexicanas. Por tal motivo se recomienda hacer un cálculo de costo-beneficio antes de implementar una planta. Además existe la posibilidad que el producto sea utilizado directamente en el hogar o en los parques y áreas verdes municipales (GTZ/ SEMARNAT, 2006).

Tratamiento mecánico – biológico

El tratamiento mecánico-biológico es un proceso que en los últimos años ha logrado una alta importancia en Alemania y otros países de Europa. Con esta forma de tratamiento se mejora las propiedades de los residuos que se quieren confinar para disminuir los posibles impactos ambientales. Es un tratamiento que se recomienda realizar solamente con el material previsto para la disposición final y por eso es compatible con otras formas de tratamiento como la separación de material reciclable y compostaje.

La parte mecánica consiste en la homogeneización del material, la parte biológica del proceso es similar al compostaje para los residuos mezclados, pero la diferencia está en los diferentes objetivos.

Mientras con el compostaje se quiere producir composta, el tratamiento mecánico-biológico mejora las condiciones para la disposición final. Contrario al compostaje no se interrumpe el proceso de fermentación cuando se alcanza temperaturas de 70°C – como es en el caso del compostaje – ya que se deja alcanzar temperaturas hasta casi 100°C; con eso se obtiene prácticamente un material semiinerte sin valor como mejorador de suelos.

Las principales ventajas son:

- Alto grado de descomposición de la materia orgánica antes de su disposición.
- El tratamiento mecánico disminuye la estructura de los residuos y favorece un alto grado de compactación (GTZ/SEMARNAT, 2006).

🌟 Incineración

La incineración de los residuos sólidos es una forma de tratamiento que frecuentemente se usa en los países industrializados con zonas densamente pobladas. Exceptuando a los residuos sólidos minerales, todos demás pueden ser incinerados. Los residuos peligrosos deben ser incinerados en plantas especiales, porque exigen una combustión con una tecnología mucho más sofisticada que la de los residuos domiciliarios e industriales no peligrosos. La incineración lleva a una gran reducción de volumen (del 10 % al 20 % de su volumen inicial), higienización y estabilización de los materiales nocivos. Los restos que se obtienen después de la incineración son escorias, cenizas y gases.

Las escorias, después de pasar pruebas de laboratorio para asegurar su estado inerte, pueden ser depositadas en rellenos sanitarios, o en el caso probado que ya no tener materiales solventes (p.ej. metales pesados) pueden ser usadas para obras civiles. Los gases de combustión, antes de salir a la atmósfera, tienen que ser depurados por filtros especiales y los residuos de este proceso (cenizas de filtros, productos de reacción de la depuración de los gases de combustión), que están altamente contaminados con metales pesados y otros elementos peligrosos, tienen que ser depositados en confinamientos para residuos peligrosos.

La incineración es un proceso en que los materiales son oxidados a temperaturas entre 600°C hasta 1,200°C, dependiendo del proceso aplicado y el combustible empleado. Para evitar la generación de dioxinas, la temperatura siempre debe estar por arriba de 500°C. El tiempo de permanencia de los materiales en el horno es de 1 a 2 horas.

También se puede aprovechar la energía generada por la incineración, aunque los ingresos alcanzables normalmente no son suficientes para cubrir los altos costos. En Alemania, país con

tradición en incineración, se calculan costos para la incineración entre 80 y 150 USD por tonelada (GTZ/ SEMARNAT, 2006).

1.2.4.4 Disposición Final

La disposición final constituye la última etapa del ciclo de vida de los RSU y RME. La aplicación de todas las medidas de reúso y reciclaje permiten depositar los restos económicamente no reaprovechables. La cuestión entonces no es de evitar el elemento de disposición en el ciclo de manejo de RSU y RME, sino reducir su cantidad y el impacto al ambiente.

Los residuos una vez depositados, aunque teóricamente es posible, no regresan al circuito económico. En la práctica gran parte de los residuos son depositados inadecuadamente.

Efectos negativos:

- Proliferación de vectores⁹ de enfermedades, en particular infecciosas;
- Contaminación de suelos, aguas y aire;
- Aumento del riesgo sanitario;
- Pérdida de valor inmobiliario.

De acuerdo a la NOM-083-SEMARNAT-2003 los sitios de disposición final se clasifican de acuerdo a la cantidad de RSU y RME que ingresan al sitio en toneladas por día (Tabla 1.5).

⁹ Vectores: organismos que pueden provocar enfermedades como insectos o ratas.

Tabla 1.5 Clasificación de los sitios de disposición final de acuerdo a recepción de residuos

TIPO	TONELAJE RECIBIDO Ton/día
A	Mayor a 100
B	50 hasta 100
C	10 hasta 50
D	Menor a 10

Fuente: NOM-083-SEMARNAT-2003

También pueden clasificarse de acuerdo a los cumplimientos que marca la Norma (ver figura 1.14).

Figura 1.14 Clasificación de acuerdo al cumplimiento de la NOM-083-SEMARNAT-2003

✿ Sitios de disposición final que No cumplen con la NOM

a. Sitio de disposición final controlado

Este tipo de disposición final cumple solo algunos requerimientos de la NOM-083-SEMARNAT-2003.

b. Sitio de disposición final no controlado (Tiraderos a cielo abierto)

Durante décadas, esta actividad no fue vista como un problema serio para los encargados del Servicio de Limpia, ya que bastaba con llevar los RSU fuera de los núcleos urbanos para evitar el impacto visual y las molestias que pudieran causar a la población.

Además, la cantidad en que eran producidos y las características de composición permitían su reintegración a la naturaleza sin daños aparentes.

Ante esto y con la persistencia de las prácticas tradicionales en la disposición final de los RSU, aparecen grandes tiraderos a cielo abierto, los cuales presentan un foco de contaminación ambiental (en agua, aire y suelo) aunado al riesgo para la salud pública de la población circundante.

Los tiraderos a cielo abierto pueden ser grandes y estar tolerados por la autoridad, pero también existen aquellos pequeños en barracas y ríos o en las esquinas de las ciudades como se ve en la figura 1.15.

✿ Sitios de disposición final que cumplen con la NOM

a) Relleno sanitario tradicional

Un relleno sanitario es una obra de infraestructura que aplica métodos de ingeniería para la disposición final de los RSU sobre el suelo, esparciéndolos y compactándolos al menor volumen posible, para cubrirlos con material natural y/o sintético. Además debe considerar los mecanismos para el control de impactos ambientales y debe estar de acuerdo con los requisitos normativos vigentes.

La construcción de un relleno sanitario generalmente es más cara que un tiradero a cielo abierto, pero si se consideran los costos causados por los impactos ambientales, los daños a la salud, y la restauración de estos sitios contaminados por la inadecuada disposición final, estos resultan ser mucho más caros que la medida preventiva de un relleno sanitario.

Figura.1.15 ejemplo de tiradero a cielo abierto

Fuente: <http://enlace.vazquezchagoya.com>

b) Relleno sanitario manual

El **relleno** sanitario manual se presenta como una alternativa técnica y económica, tanto para las poblaciones rurales como para las áreas marginales de algunas ciudades que generan menos de 20 toneladas diarias de basura, en particular para localidades pequeñas. Si el costo del transporte lo permite, puede resultar ventajosa la utilización de un mismo relleno sanitario manual para dos o más poblaciones. Mediante la técnica de la operación manual, sólo se requiere equipo pesado para la adecuación del sitio y la construcción de vías alternas, y excavación de zanjas o material de cobertura, de acuerdo con el avance y el método de relleno.

Figura 1.16 Relleno manual

Fuente: www.elfaro.net

Los demás trabajos, pueden realizarse manualmente (ver figura 1.15), lo cual permite a estas poblaciones de bajos recursos, disponer adecuadamente su basura y utilizar mano de obra (SEDESOL, 2006).

c) Con pre-tratamiento

Este tipo de rellenos sanitarios si incluyen tratamiento previo a la disposición final con varias finalidades, entre las principales está el compactar los residuos para que ocupen un volumen mayor y así alargar la vida útil del relleno, obtener algún subproducto que se pueda aprovechar, minimizar los impactos ambientales, entre otros. Ejemplos de tratamiento se vieron en el punto anterior (GTZ y SEMARNAT, 2006).

1. Alta compactación y relleno seco
2. Mecánico – Biológico y relleno sanitario

1.2.5 Problemática asociada al manejo de residuos

Analizaremos la problemática de cada área asociada al manejo de residuos (J. Sancho y Cervera, 2003):

■ Ambiental

- Impacto ambiental negativo relacionado con la contaminación de los recursos hídricos; del aire; del suelo; y del paisaje, especialmente en la disposición final.

■ Política

- Rompimiento continuo de la curva de aprendizaje
- Escasa comprensión de la problemática integral.
- estructuras de organización poco funcionales y limitadas
- Falta planificación a largo plazo de planes operativos, financieros y ambientales.

■ Técnica y Operativa

- Equipo obsoleto y en mal estado.
- Falta de capacitación técnica.
- Falta de programas de mantenimiento preventivo.
- .Aplicación de tecnología inadecuada.

■ Económica

- La mayor parte de los recursos financieros provienen de los municipios pues no se cobra por el servicio, cuyo aspecto es crucial para lograr el autofinanciamiento.
- Falta de esquemas de recuperación de inversiones

■ Social

- Baja participación comunitaria en el manejo de los residuos sólidos.
- Poca o nula cultura ambiental.
- Escasa comprensión de la problemática de los pepenadores.

Conclusiones.

En este capítulo, se estudiaron los factores que influyen en la generación de residuos, se describieron las diferentes etapas de producción en las que se genera algún tipo de residuo, su composición dependiendo su origen, la situación actual de México, evolución de la generación, su composición, producción per cápita y la problemática asociada a la generación.

En un contexto de desarrollo sustentable, el objetivo fundamental del manejo de los residuos debe ser el aprovechar al máximo los recursos y reducir los impactos ambientales, que pudieran derivar de dicho manejo, a un costo aceptable, debe ser integral y capaz de manejar residuos de múltiples orígenes como pudieran ser domésticos, comerciales, industriales, de la construcción y agrícolas.

En México, la solución del reto que presenta el manejo integral de los residuos ha sido deficiente, la incorporación de nuevas técnicas de administración, planificación e ingeniería, así como legales y financieras, aún no se logran en todo el país y los esfuerzos que realizan los gobiernos municipales, estatales y federales, así como los demás sectores de la sociedad, no han sido suficientemente concatenados para alcanzar resultados tangibles.

La reducción en la generación, la reutilización y el reciclado, representan medios para aliviar algunos problemas del manejo de residuos, pero no es suficiente. Algunas soluciones para reducir el problema de la disposición final es la etapa de tratamiento biológico, que aprovecha el valor energético de los residuos.

En el proceso natural de la descomposición de los residuos se genera biogás, en algunos rellenos sanitarios éste es captado para su aprovechamiento energético, aunque este proceso de producción de biogás puede optimizarse en un proceso de tratamiento anaerobio.

En el siguiente capítulo se abordarán las técnicas de obtención de biogás a partir del tratamiento de los RSU y RME usadas actualmente en México y a nivel internacional, su composición química y su aprovechamiento energético para generación eléctrica y térmica.

Esta página se dejó en blanco intencionalmente