



## Capítulo 8. Residuos

## Capítulo 8. Residuos



Como resultado de las diferentes actividades productivas que desarrollan las sociedades, se generan inevitablemente una serie de desechos sólidos, líquidos o gaseosos que pueden tener efectos negativos sobre el ambiente y la salud humana. De entre ellos, los residuos sólidos son importantes porque pueden tener efectos tóxicos importantes y frecuentemente se depositan en lugares donde la población humana puede estar expuesta: calles, orillas de caminos, barrancas, cuerpos de agua, etc. La cantidad y tipo de desechos que se generan, depende, entre otras cosas, del grado de desarrollo industrial y de servicios que tiene el país o región, así como de las mismas pautas de consumo de la sociedad.

De acuerdo con la fuente de generación y sus características, hasta hace poco tiempo los residuos se clasificaban en sólidos municipales -los provenientes de casa habitación, sitios y servicios públicos, demoliciones, construcciones, establecimientos comerciales y de servicios, así como residuos industriales que no se deriven de su proceso-, y los llamados residuos peligrosos. A partir del año 2003, con la publicación de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (DOF, 2003), los residuos se clasifican como peligrosos, sólidos urbanos y especiales (véase **Tipos de residuos y generadores**). Dicha ley tiene como objetivo principal propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valoración y la gestión integral de los tres tipos de residuos; la prevención de la contaminación de sitios y la remediación de sitios ya contaminados.

### **Residuos sólidos municipales<sup>1</sup>**

Aunque los residuos sólidos municipales (RSM) son tan sólo una parte de los residuos generados, por su importancia consumen alrededor de la tercera parte de los recursos invertidos por el sector público para abatir y controlar la contaminación (OCDE, 2001).

Los residuos sólidos pueden tener varios efectos ambientales negativos. Cuando son vertidos en cuerpos de agua superficiales alteran la estructura física del hábitat e impactan negativamente la calidad del agua; el agua subterránea de los acuíferos puede contaminarse por la infiltración de los lixiviados derivados de los residuos que contienen materiales tóxicos depositados sobre ellos (Semarnat-INE, 2001 y 2004). Los residuos también afectan la calidad del aire, ya que están asociados frecuentemente a la generación de malos olores, así como a la producción de humos, gases y partículas en suspensión por la quema intencional o espontánea de la basura. Por otro lado, la presencia de ratas, cucarachas e insectos asociados a los tiraderos puede provocar la transmisión de enfermedades como el cólera, disentería, leptospirosis y amebiasis, entre otras.

### **Generación de residuos sólidos municipales**

El creciente volumen de residuos sólidos generados conlleva a problemáticas como la dificultad para su recolección y el agotamiento rápido de la vida útil de los rellenos sanitarios. De 1992 a 2004, la generación total de RSM se incrementó 57%, alcanzando 34.6 millones de toneladas en el último año (Figura 8.1). Este incremento está relacionado con el

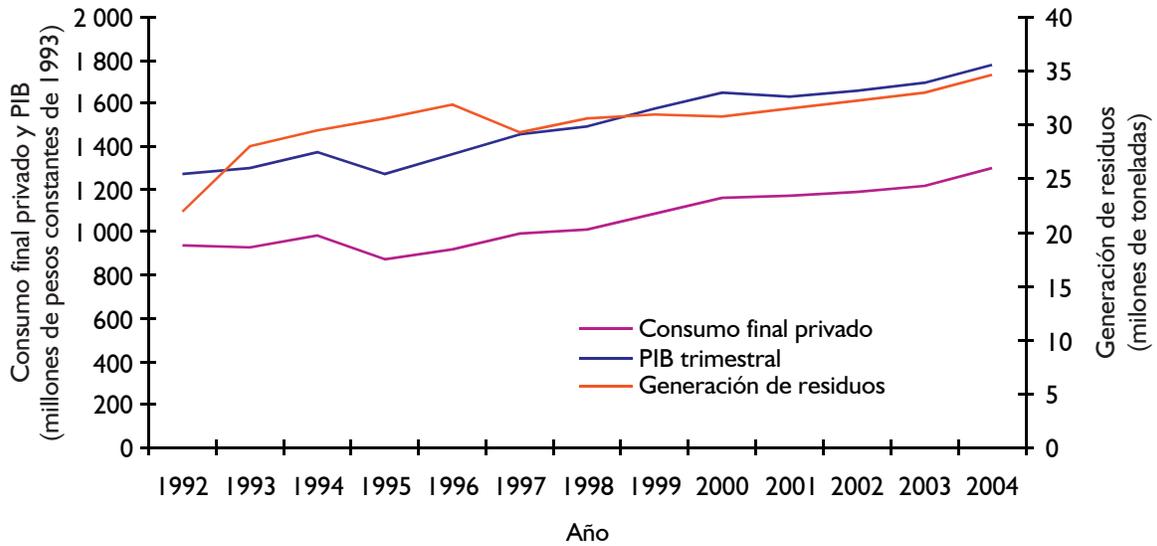
<sup>1</sup> A pesar de que la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos define claramente los residuos sólidos urbanos, en este documento se hará referencia a los residuos sólidos municipales, debido a que la información con que se cuenta fue generada con base en la Norma Mexicana NMX-AA-61-1985, que establece el método para la determinación de la generación de residuos sólidos municipales.



## Tipos de residuos y generadores

| <i>Clasificación de residuos</i>   | <i>Tipos de generadores</i>  |
|--|--|
| <p><b>Residuos peligrosos:</b> Son aquellos que poseen alguna de las características CRETIB (corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad o agentes biológico-infecciosos) que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados al ser transferidos a otro sitio.</p> <p><b>Residuos sólidos urbanos:</b> Son aquellos generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que se utilizan en las actividades domésticas, de los productos de consumo y 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.</p> <p><b>Residuos de manejo especial:</b> 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.</p> | <p><b>Microgeneradores:</b><br/>Producen hasta 400 kilogramos de residuos peligrosos.</p> <p><b>Generadores pequeños:</b><br/>Producen de 0.4 a menos de 10 toneladas.</p> <p><b>Grandes generadores:</b><br/>Producen 10 o más toneladas anuales.</p> |
| <p><b>Fuente:</b><br/>DOF. <i>Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos</i>. México. 2003 (8 de octubre).</p>  |  |

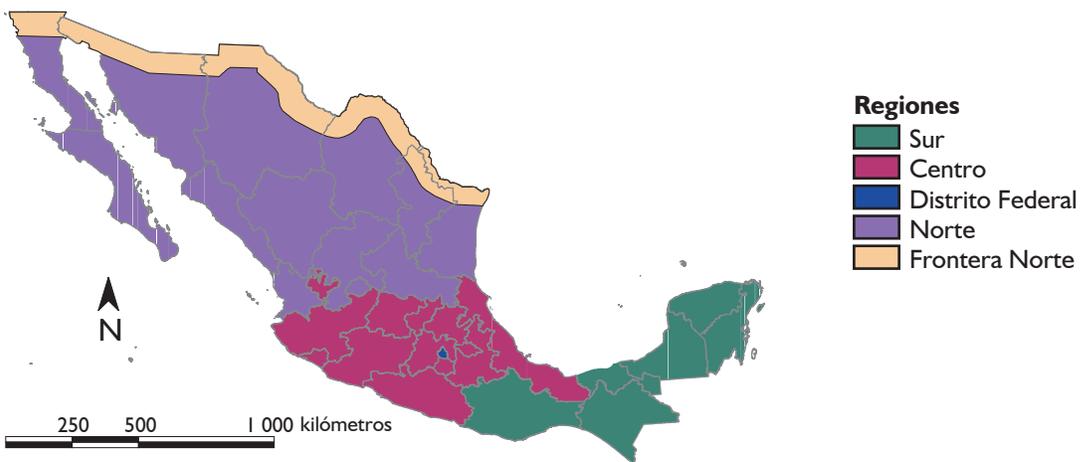
**Figura 8.1 Consumo final privado, producto interno bruto (PIB) y generación de residuos sólidos municipales, 1992-2004**



**Fuentes:**

INEGI. *Sistema de Cuentas Nacionales de México*. México. 2005. Disponible en: [www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx)  
 Sedesol. *Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio*. México. 2005.

**Mapa 8.1 Regionalización empleada para el análisis de generación de residuos sólidos municipales**



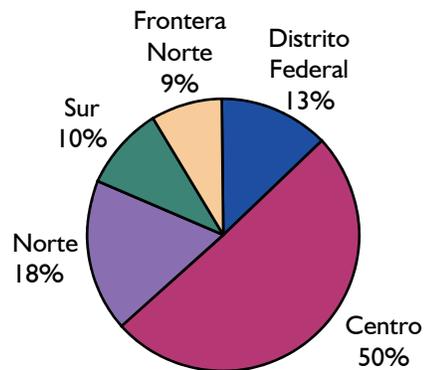
**Fuente:**

Semarnap. *Estadísticas del Medio Ambiente*. México. 1997.

crecimiento demográfico del país, pero también se debe a que la generación de residuos por habitante se ha incrementado (la variación porcentual en la generación de residuos es mayor al incremento poblacional), siendo ya uno de los más altos para América Latina y muy cerca del promedio de los países europeos. En México, como en la mayoría de los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), la generación de residuos se ha incrementado de manera lineal con el gasto en el consumo final privado<sup>2</sup> y el producto interno bruto (PIB).

Los RSM se producen mayormente en la región Centro (50%), siguiéndole la región Norte (18%), el Distrito Federal (13%), la región Sur (10%) y la Frontera Norte (9%) (Mapa 8.1; Figura 8.2). Durante el periodo 1997-2004 la zona Centro, la Frontera Norte y la zona Sur incrementaron de manera significativa su generación de residuos (24, 35 y 17% respectivamente), destacando por su volumen la zona Centro que generó alrededor de 17 millones de toneladas de RSM en 2004. El Distrito Federal y la zona Norte reportaron incrementos menores (9

**Figura 8.2 Generación de residuos sólidos municipales por región, 2004**

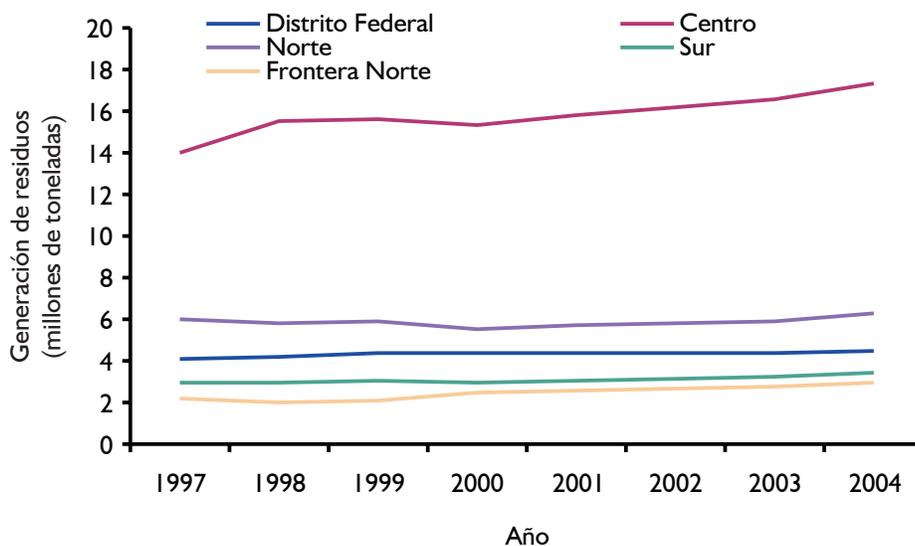


**Fuente:** Sedesol. Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en Zonas Urbano-Marginadas. México. 2005.

y 5% respectivamente) (Figura 8.3).

A nivel estatal se observan diferencias muy marcadas en la generación de RSM: en 2003 el Estado de México, Distrito Federal y Jalisco fueron los mayores generadores de residuos sólidos del

**Figura 8.3 Generación de residuos sólidos municipales por región, 1997-2004**



**Fuente:** Sedesol. Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en Zonas Urbano-Marginadas México. 2005.

<sup>2</sup>Gasto de consumo final privado: valor total de todas las compras en bienes y servicios de consumo, individuales y colectivos, realizados por los hogares residentes, las instituciones sin fines de lucro residentes y el gobierno federal. Incluye los bienes duraderos y bienes y servicios no duraderos, tanto el gasto en el mercado interior como las compras netas directas en el mercado exterior (INEGI, 2004).



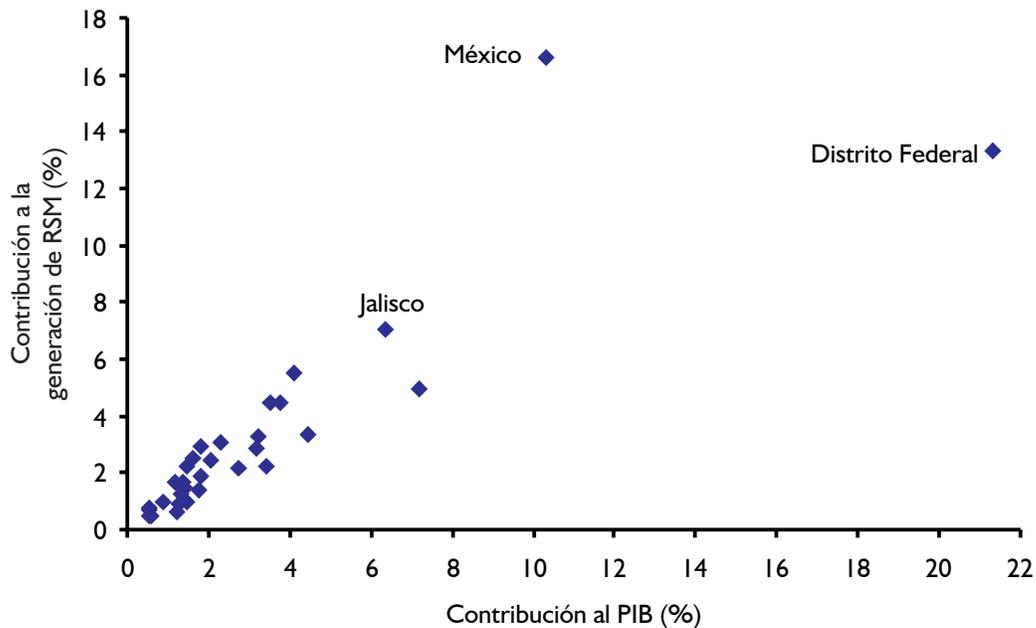
país, mientras que Nayarit, Colima, Tlaxcala y Baja California Sur resultaron los estados que menor cantidad de ellos produjeron. La generación de basura guarda una relación directa con la contribución relativa de dicho estado al producto interno bruto nacional (Figura 8.4).

Además del incremento en la cantidad total de residuos generados en el país, la generación per cápita también se ha incrementado. De 1997 a la fecha la generación per cápita se incrementó un promedio de 4 kilogramos al año, alcanzando la cifra de 328 kilogramos por habitante en el 2004 (Figura 8.5), valor que, sin embargo, aún se encuentra por debajo del promedio de los países miembros de la OCDE (Figura 8.6). La generación per cápita también muestra diferencias importantes entre los diferentes estados (Mapa 8.2). Los habitantes de estados muy urbanizados como el Distrito Federal, Nuevo León, Estado de México y Baja California generaron en el año 2000 más de un kilo de residuos diarios por persona, en contraste con lo

que generaron en promedio los habitantes de otros estados menos urbanizados como Oaxaca, Chiapas, Hidalgo y Zacatecas cuya generación no rebasó los 650 gramos diarios.

La composición de los RSM depende en gran medida de los niveles y patrones de consumo, así como de las prácticas de manejo y la minimización de residuos. En general, existe una correlación entre la composición de RSM generados y las condiciones económicas de los países; aquellos con menores ingresos generan menos residuos y sus componentes son menos reciclables (BID-OPS, 1997). En México, poco más de la mitad de los residuos son de naturaleza orgánica (residuos de comida, jardines y materiales orgánicos similares), correspondiendo el 49% restante a residuos inorgánicos como el papel y cartón (15%), vidrio (6%), plástico (6%), textil (2%), metal (3%) y otros tipos de basura (17%). De 1995 al año 2004 no se observaron, en México cambios importantes en la proporción de residuos orgánicos e inorgánicos (Figura 8.7).

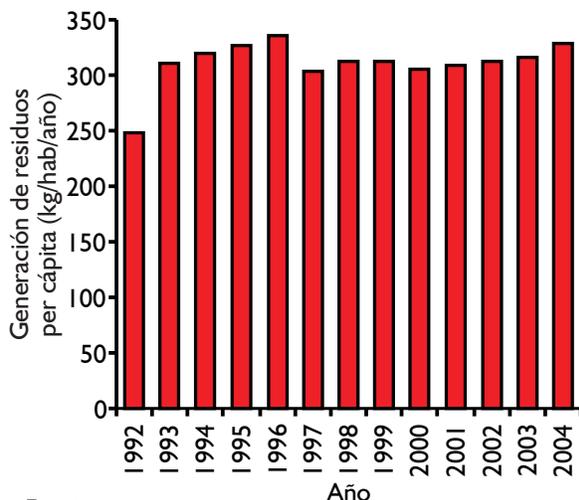
**Figura 8.4 Relación de la contribución estatal al PIB y la generación total de residuos sólidos municipales, 2003**



**Fuentes:**  
INEGI. *Producto Interno Bruto por Entidad Federativa 1998-2003*. México. 2004  
Sedesol. *Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio*. México. 2005..



**Figura 8.5 Generación nacional de residuos sólidos municipales per cápita en México, 1992-2004**



**Fuentes:**

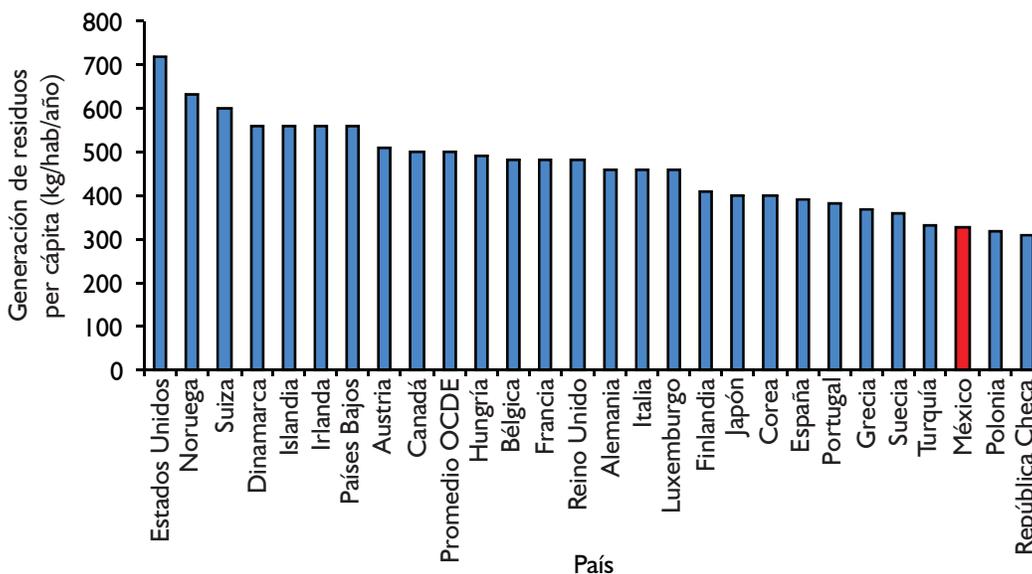
Sedesol. Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio. México. 2002.  
 Presidencia de la República. *Cuarto Informe de Gobierno, 2004.*  
 Anexo del *Cuarto Informe de Gobierno*. México. 2004.

La generación de residuos varía también con el tipo de localidad, ya que es influenciada por factores culturales, niveles de ingreso, dinámicas de movimiento hacia los centros urbanos, etc. Así, la generación en las zonas metropolitanas además de ser mayor en términos absolutos (45% del total nacional en 2004), también ha crecido 40% en los últimos 8 años. Las ciudades pequeñas (8% del total de RSM) también incrementaron su generación en 40% durante el periodo 1997-2004. Las localidades rurales y semiurbanas aumentaron 13% la generación de residuos durante el mismo periodo, a diferencia de las ciudades medias que aunque producen alrededor del 33% de los RSM, son las únicas que a lo largo del tiempo muestran una disminución del 4% en la producción de RSM (Figuras 8.8 y 8.9).

**Manejo y disposición final de residuos sólidos municipales**

El manejo de los RSM comprende las diferentes

**Figura 8.6 Generación de residuos sólidos municipales per cápita en países OCDE, finales de los años noventa**



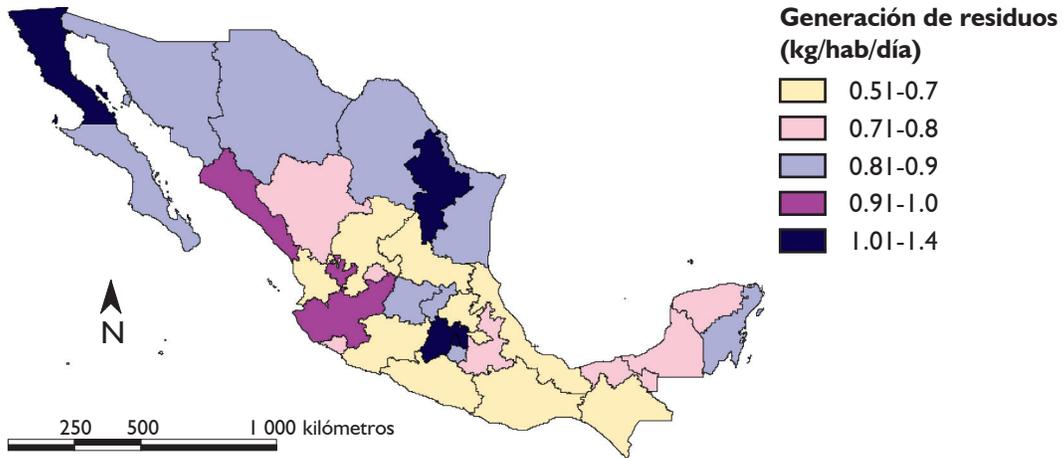
**Nota:**

Para México la generación de residuos corresponde al año 2004 y proviene de Sedesol.

**Fuentes:**

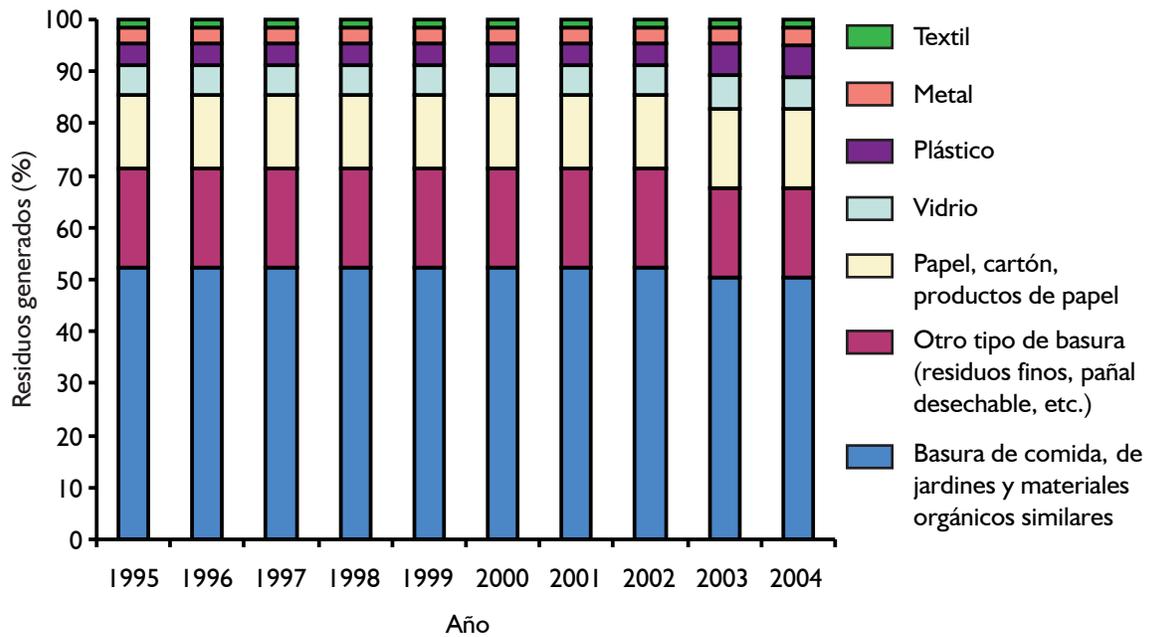
OCDE. *Environmental Indicators Towards Sustainable Development*. France. 2001.  
 Sedesol. Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio. México. 2005.

**Mapa 8.2 Generación de residuos sólidos municipales per cápita diaria por entidad federativa, 2000**



**Fuente:**  
Elaboración propia con datos de: Sedesol. Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en Zonas Urbano-Marginadas. México. 2004.

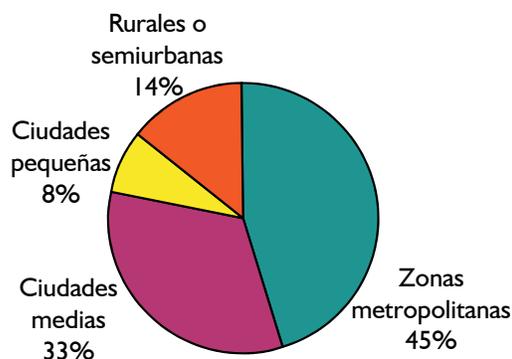
**Figura 8.7 Composición de los residuos sólidos municipales en México, 1995-2004**



**Fuente:**  
Sedesol. Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en Zonas Urbano-Marginadas. México. 2005.

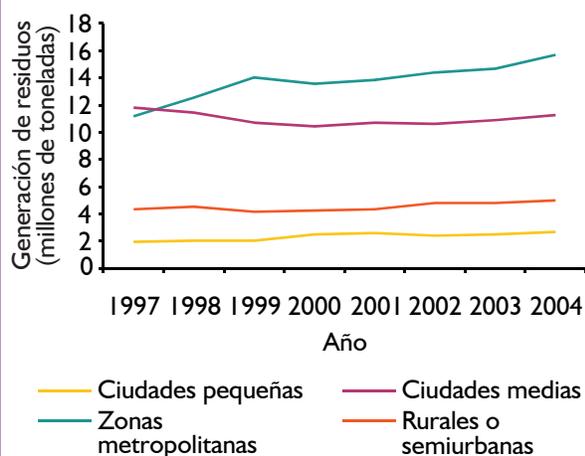


**Figura 8.8 Generación de residuos sólidos municipales por tamaño de localidad en México, 2004**



**Fuente:**  
Sedesol. Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en Zonas Urbano-Marginadas. México. 2005.

**Figura 8.9 Generación de residuos sólidos municipales por tamaño de localidad, 1997-2004**



**Fuente:**  
Sedesol. Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en Zonas Urbano-Marginadas. México. 2005.

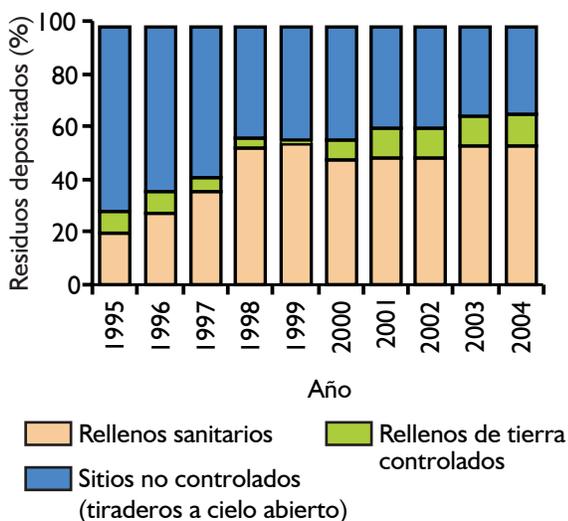
fases del ciclo de los residuos desde su generación, almacenamiento, transporte y tratamiento, hasta su disposición en algún sitio, todo ello con el objetivo principal de proteger la salud de la población,

reduciendo su exposición a lesiones, accidentes, molestias y enfermedades causados por el contacto con los desperdicios. En el pasado este manejo no fue el más adecuado y hoy en día aún no se han incorporado en todo el territorio nacional técnicas modernas para la solución de este problema, por lo que es relativamente frecuente que los residuos se viertan sobre depresiones naturales del terreno, muchas de ellas derivadas de la erosión.

A la fecha, la mejor solución para la disposición final de los residuos sólidos municipales son los rellenos sanitarios. Hasta el 2001 muy pocas ciudades contaban con este tipo de instalaciones operando en condiciones sanitarias adecuadas. Al 2004, sólo el estado de Oaxaca no reportaba la existencia de rellenos sanitarios. A pesar de ello, México ha logrado un enorme avance en el establecimiento de rellenos sanitarios. De 1995 a la fecha su número se ha triplicado con el consecuente incremento en la capacidad instalada. La cantidad de RSM que se depositaron en rellenos sanitarios se triplicó de 1995 al 2004, pasando de 5.9 a 18.3 millones de toneladas, que representaron 52% de los RSM generados en este último año. El resto aún se deposita en rellenos de tierra controlados (11.5%) y no controlados (tiraderos a cielo abierto, 32.9%) (Figura 8.10). También se han registrado avances en el sistema de recolección. A nivel nacional, los servicios de recolección que en 1995 recibían el 70% del volumen total generado, captaron cerca del 87% del volumen registrado en el año 2004 (Sedesol, 2005).

El volumen de RSM que se recicla en el país, aunque se ha incrementado, aún es muy bajo. De acuerdo a las cifras obtenidas de los sitios de disposición de residuos, en el país se recicla apenas 2.4% del volumen de los residuos generados; sin embargo, dado que mucha de la basura que se puede reciclar se recupera directamente en los contenedores y en los vehículos de recolección, esta cifra podría llegar al 12% (Sedesol, 2005). Los materiales considerados como reciclables, por orden de importancia en términos del volumen, son los productos de papel, vidrio, metal (aluminio, ferrosos y otros no ferrosos), plástico y textil. De

**Figura 8.10 Disposición final de los residuos sólidos municipales en México, 1995-2004**



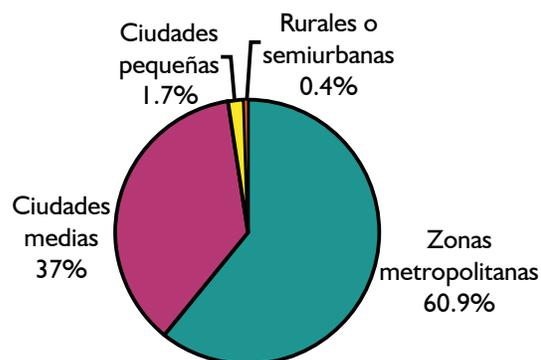
**Nota:**

El porcentaje total de disposición no llega a 100 debido a que una porción de los residuos es reciclada.

**Fuente:**

Sedesol. Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en Zonas Urbano-Marginadas. México. 2005.

**Figura 8.11 Disposición final de residuos sólidos municipales en rellenos sanitarios y de tierra controlados por tamaño de localidad, 2004**



**Fuente:**

Elaboración propia con datos de: Sedesol. Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en Zonas Urbano-Marginadas. México. 2005.

cada uno de estos productos la proporción promedio que se recicla con respecto a lo que se genera en los últimos diez años ha sido: 42.8% de papel y cartón, 33.3% de vidrio, 23.6% de metal, 0.2% de plástico y 0.1% de textil (Semarnat, 2005a).

En general, en América Latina, los avances en materia de rellenos sanitarios se orientan principalmente a las grandes ciudades (BID-OPS, 1997), y México no es la excepción. En 2004, 61% de los residuos depositados en rellenos sanitarios y de tierra controlados se ubicó en las zonas metropolitanas y 37% en ciudades medias (Figura 8.11).

El desafío que representa la gestión adecuada de los residuos municipales es una responsabilidad compartida entre los diferentes niveles de gobierno y la sociedad, lo que se refleja en las diversas iniciativas que se han instrumentado para su atención, tanto estatales como locales, así como de parte de los

sectores público y privado. La Tabla 8.1 muestra algunos ejemplos de los avances que se lograron en el país en materia de gestión de residuos hasta el año 2002.

### Residuos peligrosos

Gran parte del crecimiento industrial, tanto en México como en otros países, se desarrolló en tiempos donde no se consideraban, y muchas veces tampoco se conocían, los efectos que los residuos peligrosos podrían tener en la salud humana y en el medio ambiente. Como consecuencia de ello, su manejo y disposición no estaban sujetos a la regulación gubernamental, promoviendo que un gran número de empresas generadoras de estos residuos contaminaran los suelos adyacentes y cercanos a sus instalaciones. Actualmente existe evidencia suficiente para demostrar la relación entre los daños a la salud y la exposición a los compuestos tóxicos presentes en los residuos peligrosos (ATSDR, 2004). Entre los episodios donde la disposición inadecuada de residuos peligrosos ocasionaron graves daños a la salud humana se pueden mencionar las intoxicaciones por mercurio y cadmio ocurridas en Japón en 1953

**Tabla 8.1 Iniciativas de gestión de los residuos por entidad federativa, 2002**

| <b>Entidad federativa</b> | <b>Iniciativa</b>   |
|---------------------------|---|
| Aguascalientes            | Manejo Integral de Residuos en el Estado (MIRE).  |
| Baja California           | Fomento de reciclaje de llantas de desecho en el estado (a partir de 1996, Mexicali-Tijuana-Ensenada).  |
| Campeche                  | Programa Campeche la Ciudad más Limpia de México.<br>Todos Unidos Contra la Basura (2000-2003). Ciudad del Carmen.  |
| Distrito Federal          | Selección y aprovechamiento de residuos sólidos.<br>Procesamiento de residuos orgánicos.<br>Laboratorio Central de Biología Ambiental (LCBA).<br>Reciclable por Naturaleza (a partir de 1993).<br>Escuela Limpia (a partir de agosto 1999).<br>Programa para la Separación de Residuos Sólidos “Nuestros Residuos... Separemos”.<br>Cruzada Nacional por un México Limpio en la Escuela.  |
| Durango                   | Programa domiciliario de separación de residuos sólidos municipales en la ciudad de Durango.  |
| Estado de México          | Manejo de Residuos Sólidos Municipales en el Estado de México.<br>Campaña de recolección de envases vacíos de refrescos (PET) para su reciclaje (a partir de febrero 2002).<br>Actualización permanente a funcionarios del orden municipal.   |
| Guanajuato                | Manejo Integral de Residuos Sólidos Municipales No Peligrosos.  |
| Guerrero                  | Programa Zi-Recicla, Zihuatanejo.   |
| Morelos                   | Mi pueblo Unido...Mi pueblo limpio, Municipio de Ayala.<br>Campañas de educación ambiental, separación y reciclaje de los desechos sólidos domésticos del Municipio de Jiutepec, Morelos. Recolección Diferenciada de Residuos Sólidos Urbanos, Jiutepec.<br>Programa Composteo, Jiutepec.<br>ECOPAPEL Cuernavaca.  |
| Nuevo León                | Programa Nuevo León Recicla.  |
| Querétaro                 | Esquema para el Manejo Integral de Residuos Sólidos en todo el Estado.<br>Promoción del reciclaje y del Composteo de los residuos sólidos no peligrosos en todo el estado.<br>Centros de Acopio y Composteo.<br>¡Separa tu basura!<br>Pretratamiento de Pet-Calidad Reciclaje Querétaro.<br>Programa Campo Limpio, Recolección y Acopio de PET.<br>Implementación de Bono Verde para el manejo ambiental de envases vacíos de plaguicidas.<br>Programa de Formación a la Sustentabilidad; subprogramas de Mejoramiento. Comunitario y Educación Ambiental en la Sierra Gorda. |
| Quintana Roo              | Akumal Limpio.<br>Yum Balam Limpio.<br>Bacalar Limpio: “Véndame su basura”.<br>Chetumal Limpio: Espacio Municipal de Composteo (EMCo).  |
| Tlaxcala                  | METAMORFOSIS por la Ecología a limpiar Tlaxcala.<br>Elaboración de composta Francisco I. Madero.  |
| Veracruz                  | Producción de lombricomposta a partir de sub-productos orgánicos, Teocelo.  |

**Fuentes:**

Semarnat. Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental. México. 2002 en: Cortinas, C. *Ejemplos de Avances Logrados en México en la Implantación de una Gestión Sustentable de los Residuos*. México 2002. Disponible en: <http://www.cristinacortinas.com>

y 1960, así como la contaminación por el cromo dispuesto a cielo abierto y descargado en las aguas residuales en Tultitlán, Estado de México, entre 1974 y 1977 (Sedesol-INE, 1993).

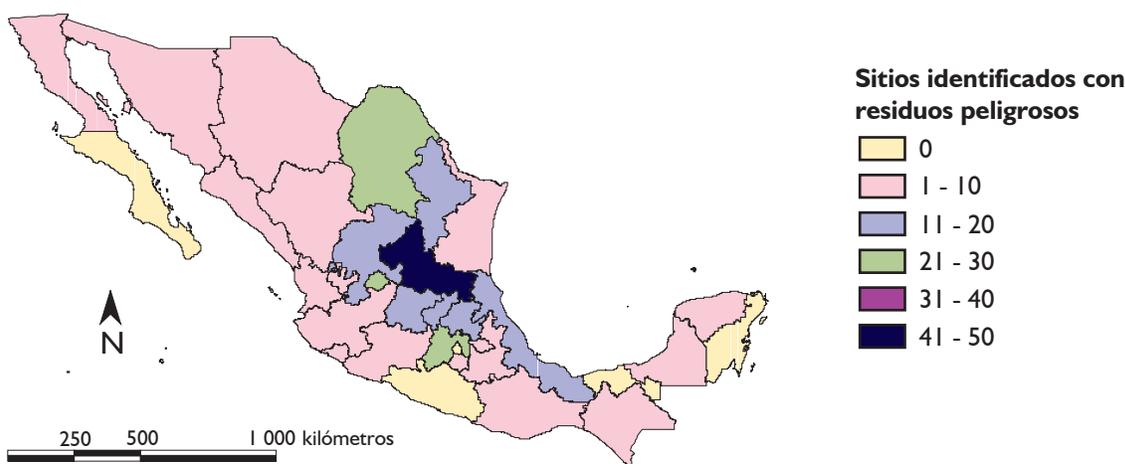
De manera formal, los residuos peligrosos (RP) se definen como aquellos que, sustancial o potencialmente, ponen en peligro la salud humana o el medio ambiente cuando son manejados en forma inadecuada y poseen una o más características CRETIB: Corrosivo, Reactivo, Explosivo, Tóxico, Inflamable y Biológico-Infecioso. La Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993 establece sus características así como un listado de las mismas y los límites que hacen peligroso a un residuo.

Por sus características de corrosividad, reactividad, explosividad o inflamabilidad, un manejo inadecuado de los residuos puede ocasionar accidentes severos. Los RP que tienen características de toxicidad y la inclusión de agentes infecciosos pueden afectar a la población y demás elementos de los ecosistemas a través de la contaminación de las fuentes de agua, tanto superficial como subterránea (Sedesol-INE, 1993). Entre las enfermedades asociadas con la exposición a los RP están el cáncer,

las malformaciones genéticas y los daños renales y hepáticos (Díaz-Barriga, 1996; Ostrosky *et al.*, 1996).

La problemática asociada a los RP tiene dos grandes líneas; por un lado, la que se deriva de la presencia de sitios ya contaminados y que requieren su remediación y por el otro, aquella orientada a la prevención de la contaminación proveniente de las fuentes en operación. En el país, hasta el año 2004, se tenían identificados 297 sitios contaminados con RP, de los cuales 119 se habían caracterizado -esto es, se clasificaron y priorizaron de acuerdo al grado de riesgo que representan para la salud y el ambiente-, y 12 se consideraban como rehabilitados o en proceso de rehabilitación (Semarnat, 2005b y 2005c). Los estados que concentran el mayor número de sitios con RP son San Luis Potosí con 46 sitios que equivalen a poco más del 15% del total, el Estado de México alberga 30 sitios (10%), Aguascalientes reporta 28 sitios (9.4%), Coahuila 21 sitios (7.1%) y Veracruz 20 sitios (6.7%). El número de sitios con RP en los demás estados varía entre uno y diecinueve, a excepción de los cinco estados que no reportan ningún sitio con RP: Baja California Sur, Distrito Federal, Guerrero, Quintana Roo y Tabasco (Mapa 8.3).

**Mapa 8.3 Sitios identificados con residuos peligrosos por entidad federativa, 2000-2004**



**Fuente:** Semarnat. Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental. Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas. México. 2004.



## Generación de residuos peligrosos

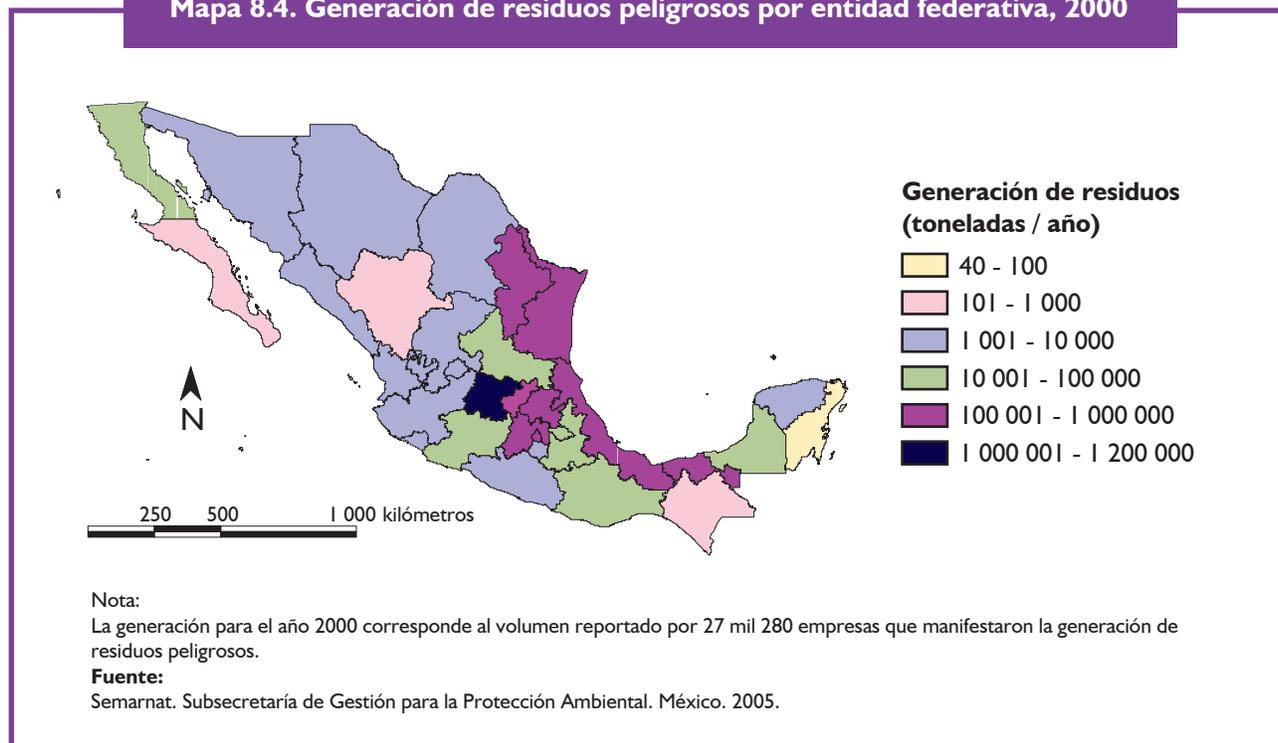
El primer estudio sistemático para estimar la generación de residuos industriales peligrosos en México fue realizado por el Instituto Nacional de Ecología (INE) en 1994. Ante la falta de información sobre la cantidad de residuos generados por las industrias mexicanas, el estudio utilizó como base la generación de residuos industriales en Canadá, suponiendo que las industrias mexicanas con el mismo giro y características producirían una cantidad equivalente. De acuerdo con este estudio, en México se generarían alrededor de ocho millones de toneladas anuales de RP. Otra estimación del INE, realizada en 1996 a partir de la información manifestada por cerca de 3 mil empresas, dio un valor considerablemente menor al anterior, situando la cifra en 2 mil 74 millones de toneladas.

En 1999, la generación de RP de 12 mil 514 empresas que manifestaron sus residuos, se estimó en casi 3.2 millones de toneladas, en el año 2000, con la información de 27 mil 280 empresas, la generación de RP se calculó en 3.7 millones de toneladas, mientras que en 2004 esta cifra subió a

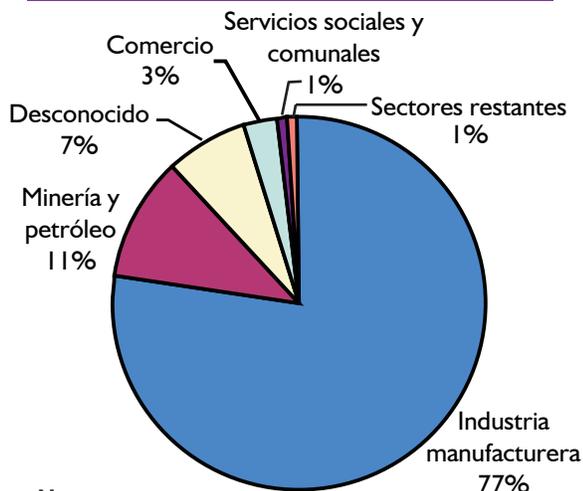
6.17 millones de toneladas de RP generados por 35 mil 304 empresas que lo manifestaron (Semarnat, 2005c). Este valor, que es una subestimación dado que no se contabilizó la generación de un gran número de micro, pequeñas y medianas empresas potencialmente generadoras de RP, se considera razonablemente cercano al real, ya que incluye a las principales industrias generadoras del país. Al considerar exclusivamente las cifras de las empresas que manifestaron generar este tipo de desechos en el año 2000, las entidades que más residuos produjeron fueron Guanajuato y el Distrito Federal que, en conjunto, declararon casi la mitad del total nacional (cerca de un millón 150 mil y 625 mil toneladas por año, respectivamente); en contraste los estados de Baja California Sur y Quintana Roo no sobrepasaron las 160 toneladas por año (Mapa 8.4).

Las fuentes generadoras más importantes de RP en el país son los sectores manufacturero y minero (Figuras 8.12 y 8.13). En 1996, la industria manufacturera generó 77% de los RP, mientras que el sector minero y petrolero fue responsable de la generación del 11%. Los tipos de residuos

Mapa 8.4. Generación de residuos peligrosos por entidad federativa, 2000



**Figura 8.12 Generación de residuos peligrosos por tipo de industria y sector en México, 1996**



**Nota:**

La categoría sectores restantes incluye el sector primario, electricidad y agua, construcción, comunicaciones y transportes y servicios financieros y administrativos.

**Fuente:**

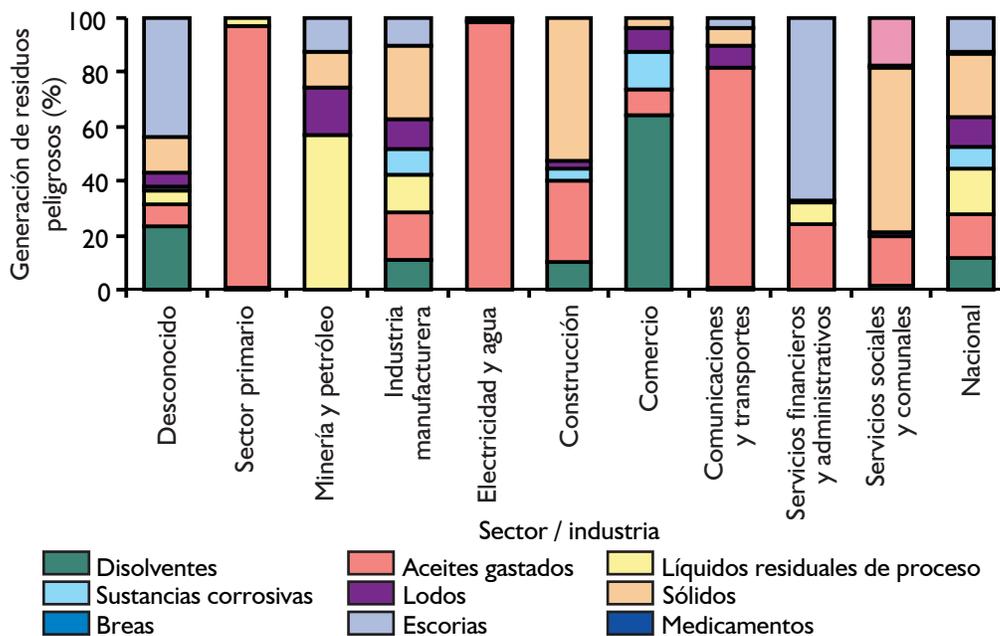
INE, RDS y PNUD. *Promoción de la minimización y manejo integral de residuos peligrosos*. México. 1999.

generados son muy diversos, estimándose que la mayor parte corresponde a sólidos generados a partir de las industrias textil, peletera, del asbesto, autopartes y otras. A estos le siguen los líquidos residuales de proceso, aceites gastados, escorias y disolventes.

De acuerdo con la Profepa, en el año 2003 operaban en México aproximadamente 26 mil establecimientos industriales y de servicios que generaban RP, dentro de los cuales destacaban las industrias química, automotriz y de servicios en materia de RP (Semarnat-Profepa, 2004).

En comparación con los RP industriales, los residuos biológico-infecciosos son definidos en la Norma NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002 como aquellos materiales generados durante los servicios de atención médica que contengan agentes biológico-infecciosos<sup>3</sup>, según son definidos en la norma, y que puedan causar efectos nocivos a la salud y al ambiente (DOF, 2003). Estos RP representan sólo 1.9% del

**Figura 8.13 Tipos de residuos peligrosos generados en México por sector o industria, 1996**



**Fuente:**

INE-RDS-PNUD. *Promoción de la minimización y manejo integral de residuos peligrosos*. México. 1999.

<sup>3</sup> Agente biológico-infeccioso: cualquier microorganismo capaz de producir enfermedades cuando está presente en concentraciones suficientes (inóculo), en un ambiente propicio (supervivencia), en un hospedero susceptible y en presencia de una vía de entrada.



total del RP generados. Entre los residuos biológico-infecciosos se encuentran la sangre, cultivos y cepas, los patológicos, materiales y objetos punzocortantes que contengan residuos de las muestras biológico-infecciosas con las que estuvieron en contacto. Dado que este tipo de residuos se genera principalmente en hospitales y clínicas (incluidas las veterinarias), una aproximación al volumen total producido se obtiene a partir de la generación promedio de estos residuos por cama en instituciones hospitalarias. De acuerdo con esto, para todo el país se estima una generación total de alrededor de 69 mil toneladas anuales, considerando que cada cama produce 1.5 kilogramos al día y que existen alrededor de 127 mil camas para la atención hospitalaria en el país.

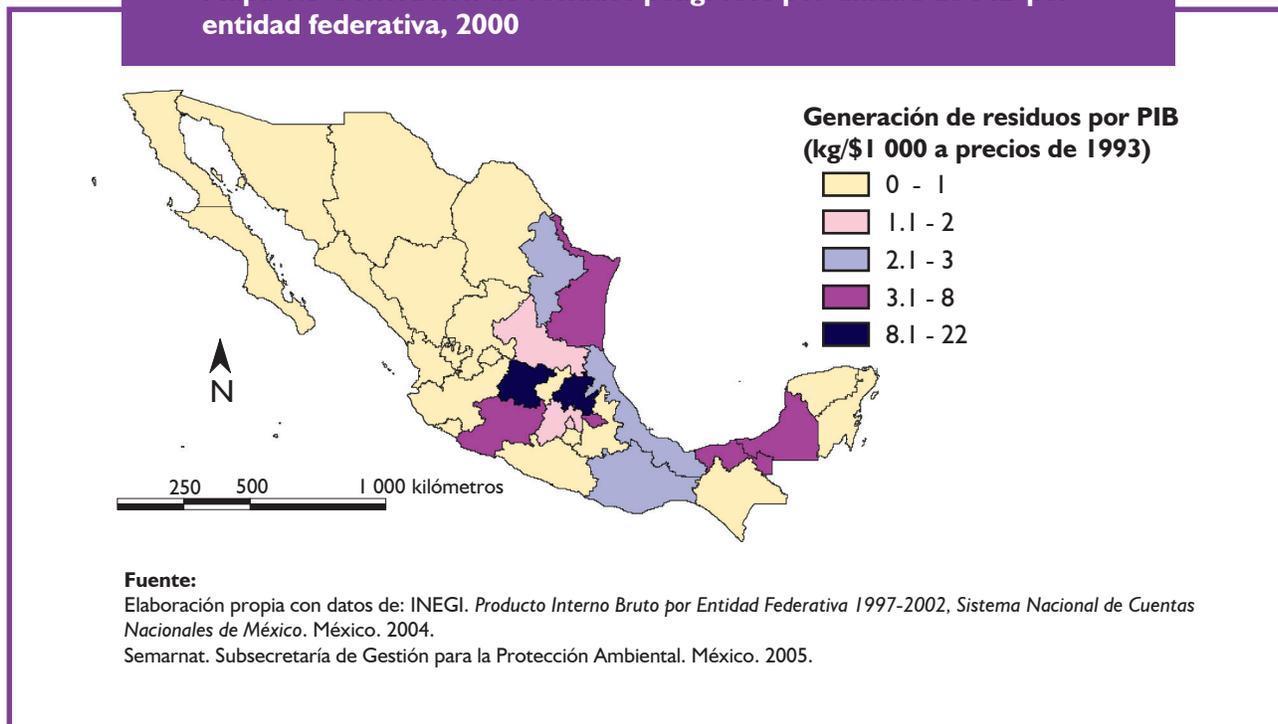
En lo que se refiere a la intensidad de generación, para el año 2000 se generaron en promedio 2.71 kilogramos de RP por cada mil pesos de PIB (en pesos constantes de 1993). Pero esta generación no es uniforme en todo el país, ya que existen diferencias muy marcadas en el volumen de generación de RP entre los estados (Mapa 8.5). Existen 19 estados con una intensidad de generación menor a un kilogramo

por unidad de PIB, es decir, generan menos de un kilogramo de RP por cada mil pesos que aportan al producto interno bruto nacional, mientras que 11 estados caen en el rango de uno a 10 kilogramos por unidad de PIB. Los dos estados que poseen la mayor intensidad de generación son Guanajuato e Hidalgo con 21.8 y 18.8 kilogramos por unidad de PIB.

### Gestión y manejo de residuos peligrosos

En México, la importación de RP sólo se permite con el fin de reutilizar o reciclar los residuos, mientras que la exportación sólo se autoriza cuando quienes lo solicitan cuenten con el consentimiento del país importador y de los gobiernos de los países por los que transiten los residuos. Cuando se importan insumos para ser procesados y se generan RP mediante tales procesos, éstos deben retornar al país de origen, siempre y cuando hayan ingresado bajo el régimen de importación temporal. Esta modalidad ocasiona que, en México, se presenten tres tipos de movimientos transfronterizos: importaciones, exportaciones y avisos de retorno de RP, siendo estos dos últimos lo que se consideran en los otros países como exportaciones.

Mapa 8.5 Generación de residuos peligrosos por unidad de PIB por entidad federativa, 2000





En el año 2004 se importaron un total 302 mil 838 toneladas para tratamiento y aprovechamiento; mientras que se exportaron 309 mil 112 toneladas (Figura 8.14). Del total de residuos exportados de 1995 a 2004, 86% correspondieron a recortes de perforación y 10% a baterías. Del total de importaciones, 74.7% correspondió a residuos sólidos y 23.5% a acumuladores. En los años 2001 y 2002 se observó un incremento importante de las exportaciones, debido a que aumentó el volumen exportado de los recortes de perforación. En lo que se refiere al retorno de RP al país de origen, en 2003 se reportaron 87 mil 305 toneladas y durante el 2004, 75 mil 419 toneladas (Semarnat, 2005c).

El manejo y/o disposición seguro de los RP se aborda de tres maneras. La primera es a través de acciones de prevención orientadas a la reducción de los volúmenes de generación de los RP que se liberan al ambiente. Entre las alternativas para la reducción del volumen de este tipo de residuos está la minimización de su generación, ya sea por reducción o eliminación de residuos derivados del cambio de tecnologías de producción (véase **Minimización de residuos peligrosos**). Otra estrategia consiste en la reducción de los RP por

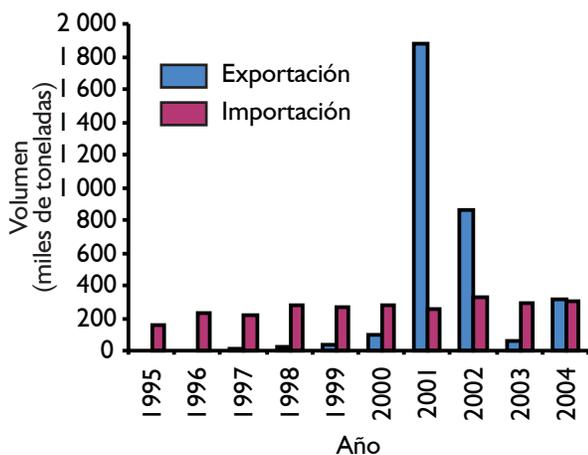
medio de su reciclaje y reuso, lo que maximiza su utilización antes de su tratamiento y disposición final. Por último, está el tratamiento de los residuos para reducir su peligrosidad o volumen.

Del año 2000 al 2004, la capacidad instalada acumulada para el manejo de RP industriales fue de casi 5.4 millones de toneladas. Los mayores avances se han registrado en la capacidad de reciclaje y tratamiento. Si se considera además la capacidad de manejo reportada para el año 1999 que fue de alrededor de 5.2 millones de toneladas, la capacidad actual de manejo a nivel nacional sería de aproximadamente 10.6 millones de toneladas. De acuerdo con los últimos datos disponibles por estado, la capacidad instalada se ha concentrado entre 2000 y 2004 en los estados de Nuevo León, Tamaulipas, México, Tabasco y el Distrito Federal (Mapa 8.6).

En lo que se refiere al tratamiento de los residuos biológico-infecciosos, la infraestructura ha crecido rápidamente, de manera que en la actualidad se cuenta con una capacidad instalada superior a la demanda de servicios. Se estima que durante el periodo 1999 a 2005 se alcanzó una capacidad autorizada de tratamiento *in situ* de 196 mil 249 toneladas y 20 mil 995 toneladas de capacidad de incineración. Los estados de Nuevo León, Distrito Federal y Puebla concentraron casi 100% de la capacidad de tratamiento *in situ* (Mapa 8.7), mientras que México, Hidalgo y Puebla concentraron cerca del 70% de la capacidad de incineración (Mapa 8.8). Debe mencionarse que un problema particular es que la infraestructura instalada tanto de transporte, como de acopio y tratamiento de RP no se ha adaptado a los pequeños o medianos generadores de residuos biológico-infecciosos, en particular, cuando se encuentran dispersos (Semarnat, 2005b).

De acuerdo con lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, los generadores y gestores de RP deben manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada (DOF, 2003). Para constatar lo anterior, la Profepa aplica los programas de inspección y vigilancia

**Figura 8.14 Exportación e importación de residuos peligrosos en México, 1995-2004**



**Fuente:**

Semarnat Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental. México. 2005.

## Minimización de residuos peligrosos

Minimizar la producción de residuos forma parte de la estrategia de prevención de la contaminación que incluye cualquier medida que tome una empresa para reducir la cantidad de residuos creados por un proceso de manufactura antes de reciclar, tratar o disponer del residuo (EPA, 1993). Diversas asociaciones industriales, así como organizaciones nacionales e internacionales promueven acciones como financiamiento, asesoría y capacitación para mejores prácticas en materia ambiental. Cabe mencionar que aún no se cuenta con la información que permita evaluar el impacto de estas iniciativas en la reducción de generación de RP. A continuación se presentan algunos ejemplos.

### **Fondo para proyectos de prevención de la contaminación, (FIPREV):**

Es un fondo establecido por la Fundación Mexicana para la Innovación y Transferencia de Tecnología en la Pequeña y Mediana Empresa A. C. (FUNTEC) y la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norte América (CCA). El FIPREV tiene como objetivo apoyar a la pequeña y mediana industria mexicana en la realización de inversiones y transferencia de tecnología, cuyo fin sea la prevención de la contaminación.

### **Agencia Alemana de Tecnología Ambiental (GTZ, por sus siglas en alemán):**

Promueve el programa *Public Private Partnership* (PPP) que fomenta las cooperaciones del desarrollo con el sector privado. Estas cooperaciones consisten en proyectos financiados conjuntamente por empresas del sector privado e instituciones de la cooperación al desarrollo, como la GTZ, para proyectos compatibles ecológica y socialmente. El programa incluye proyectos relacionados tanto con residuos sólidos municipales como peligrosos. En el programa PPP, la GTZ actúa por encargo del Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ de Alemania).

### **Centro Mexicano para la Producción más Limpia (CMP+L):**

Este centro del Instituto Politécnico Nacional, fue creado en diciembre de 1995 como parte de un proyecto mundial de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUUDI) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Tiene como objetivo asistir a la industria nacional en el mejoramiento de su productividad y competitividad para facilitarle su acceso a más y nuevos mercados mediante la aplicación de Producción Más Limpia y herramientas como evaluación de Ciclo de Vida - Ecodiseño, además de promover la adopción de tecnología limpia y la colaboración internacional. Actualmente el centro tiene programas de colaboración con la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), la ONUUDI y el PNUMA, entre otras instituciones.

### **Consejo Nacional de Industriales Ecológicas de México, A.C. (CONIECO):**

Es una asociación industrial sin fines de lucro conformada por más de mil 100 industriales que promueven la preservación ecológica. Entre algunas de sus funciones están la elaboración, revisión, verificación, certificación y análisis de las Normas Ecológicas Industriales y tiene como uno de sus objetivos centrales fomentar la cultura ecológica en los procesos industriales y promover el fortalecimiento de la industria del medio ambiente mexicano.

### **Iniciativa GEMI:**

Es una organización empresarial que surgió en México tomando la experiencia de la Iniciativa Global de Administración Ambiental (GEMI, por sus siglas en inglés) de Estados Unidos. Es una organización sin fines de lucro, que busca fomentar la administración ambiental entre las empresas del país a través del desarrollo,

## Minimización de residuos peligrosos (continuación)

difusión e implementación de sistemas, herramientas y mecanismos basados en el enfoque de Calidad Total, considerando los ecosistemas mexicanos así como los principios del desarrollo sustentable. Colabora con diversas organizaciones industriales como el Centro Mexicano para la Producción más Limpia, que buscan minimizar el impacto de este sector sobre el ambiente.

### Fuentes:

ACS Medio Ambiente. *Fondo para proyectos de prevención de la contaminación, FIPREV*. México. 2005. Disponible en: <http://www.acsmedioambiente.com/LoNuevo/agosto2.htm>

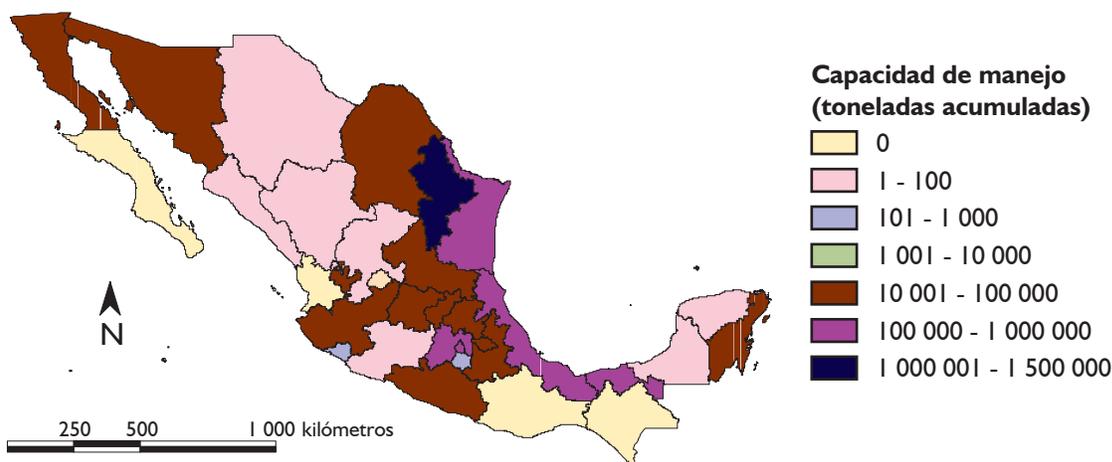
GTZ. *GTZ en México. Proyectos Public Private Partnership (PPP)*. 2005. Disponible en: <http://www.gtz.org.mx/>  
Centro Mexicano para la Producción más Limpia. *Creación y misión del CMP+L*. México. 2005. Disponible en: <http://www.cmpl.com.mx/Portal/Default.asp>

CONIECO. *Presentación de CONIECO*. México. 2005. Disponible en: <http://www.conieco.com.mx/>  
Iniciativa GEMI. *Iniciativa GEMI*. México. 2005. Disponible en: <http://www.gemi.org.mx/>

para verificar y promover el cumplimiento de la normatividad en materia de generación, transporte, tratamiento y disposición o confinamiento de RP (Semarnat-Profepa, 2003). Por medio de las visitas de inspección se identifican irregularidades, se dictan medidas correctivas y se imponen clausuras en caso de presentarse irregularidades graves que representen un riesgo inminente de desequilibrio ecológico, daño grave a los recursos naturales o contaminación con repercusiones peligrosas para los ecosistemas o la salud pública. El cumplimiento de estas medidas correctivas se vigila mediante las visitas de verificación. Los resultados de estas visitas muestran la condición de los generadores de RP, desde el punto de vista del cumplimiento de la normatividad.

A nivel nacional, en el año 2003, 27% de los establecimientos visitados que generaron RP cumplió con la normalidad respectiva, 70% presentó irregularidades leves y 3% cayó en irregularidades graves que podían significar un riesgo, por lo que se estableció su clausura (Figura 8.15). Entre las entidades federativas que presentaron más irregularidades graves destacan: Sonora con 51% de

Mapa 8.6 Capacidad instalada acumulada para el manejo de residuos peligrosos industriales por entidad federativa, 2000-2004

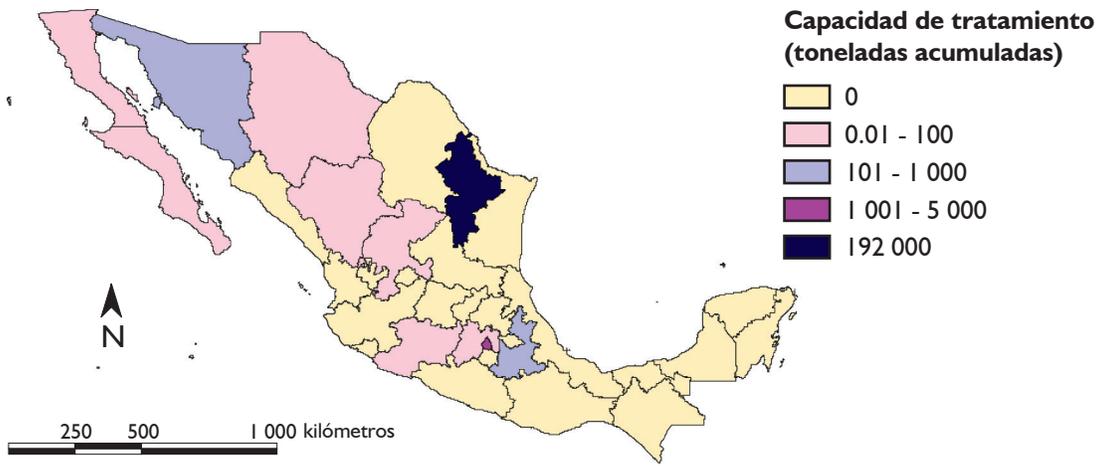


### Fuente:

Elaboración propia con datos de: Semarnat. Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental, Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas. México. 2005.



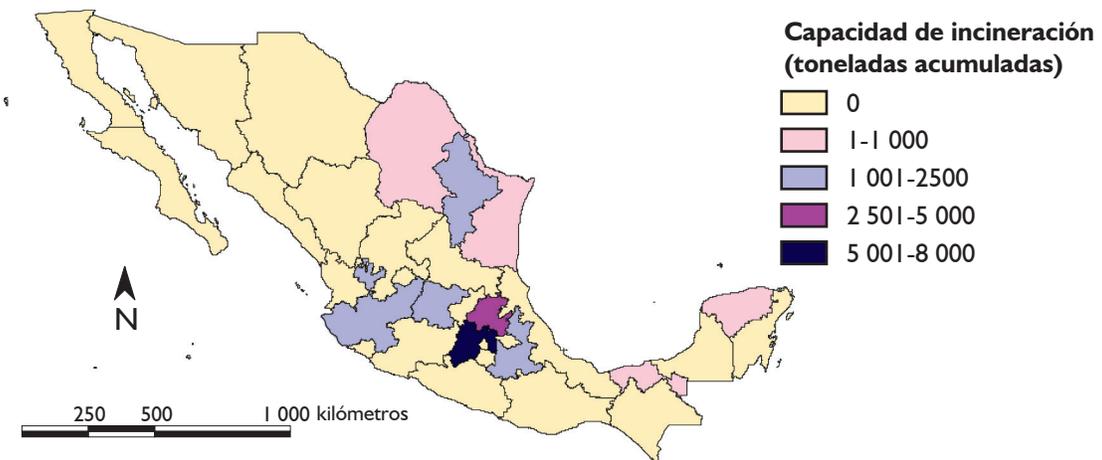
**Mapa 8.7 Capacidad autorizada de tratamiento *in situ* de residuos peligrosos biológico-infecciosos por entidad federativa, 1999-2005**



**Fuente:**

Semarnat. Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental. Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas. México. 2005.

**Mapa 8.8 Capacidad autorizada de incineración de residuos peligrosos biológico-infecciosos por entidad federativa, 1999-2005**



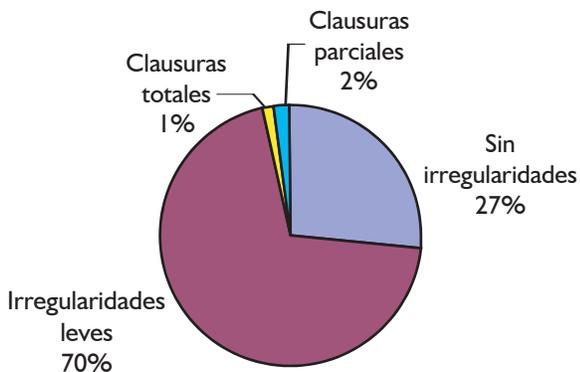
**Fuente:**

Semarnat. Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental, Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas. México. 2005.

clausuras (41 clausuras) respecto al total de visitas de inspección y Coahuila con 21% (22 clausuras). En el caso de Quintana Roo que reportó 16% de clausuras, cabe mencionar que el total de visitas fue

mucho menor al de Sonora y Coahuila. Los estados que tuvieron un mayor porcentaje de visitas sin irregularidades fueron Nuevo León (67%), Sinaloa (63%) y Morelos (60%) (Figura 8.16).

**Figura 8.15 Resultados de las visitas de inspección a establecimientos en materia de residuos peligrosos, 2003**

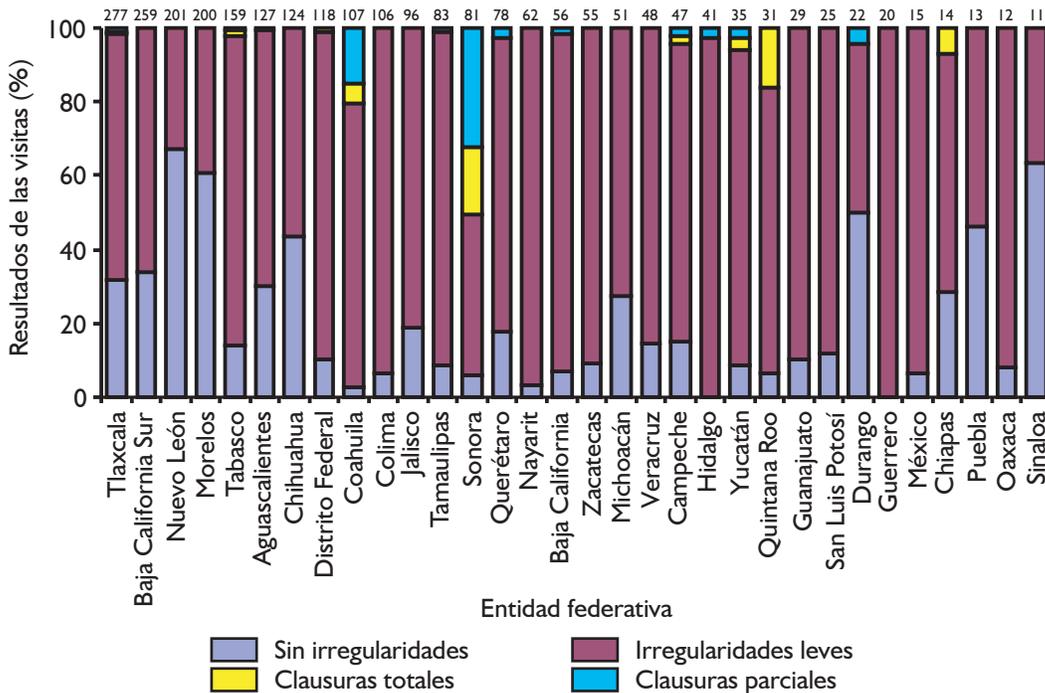


**Nota:** Las clausuras se realizan cuando los establecimientos caen en irregularidades graves.  
**Fuente:** Elaboración propia con datos de: Semarnat-Profepa. Sistema de Información Institucional. México. 2004.

En el 2003, la Profepa también realizó 486 visitas de verificación del cumplimiento de la ley en la clasificación, separación, envasado, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de residuos biológico-infecciosos. De estas visitas, solamente en un caso se aplicó la clausura parcial-temporal como medida de seguridad por incumplimiento grave a la ley. Sin embargo, esta industria destacó como la de mayor cumplimiento de la normatividad ambiental (Semarnat-Profepa, 2004).

Otro instrumento de gestión que se aplica para la prevención de la contaminación son las auditorías ambientales, las cuales implican acuerdos voluntarios entre las empresas y las autoridades que permiten la revisión de aspectos no regulados por la normatividad, todo ello con el fin de lograr una gestión integral de las empresas. Las auditorías incluyen la evaluación de la contaminación del agua,

**Figura 8.16 Resultados de las visitas de inspección en materia de residuos peligrosos por entidad federativa, 2003. El número sobre las barras corresponde al total de visitas de inspección en cada entidad federativa.**



**Fuente:** Elaboración propia con datos de: Semarnat-Profepa. Sistema de Información Institucional. México. 2004.



aire y suelo por RP y no peligrosos, así como aspectos de riesgo, higiene y seguridad industrial (véase el capítulo de **Instrumentos de Planeación**).

## Referencias

ATSDR. *Tox FAQs*. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. E.E.U.U. 2004. Disponible en: [http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es\\_toxfaqs.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_toxfaqs.html).

BID-OPS. *Diagnóstico de la Situación del Manejo de Residuos Sólidos Municipales en América Latina y el Caribe*. Banco Interamericano de Desarrollo. Washington, D.C. Disponible en: <http://www.iadb.org/sds/doc/ENV107ARossinE.pdf>. 1997.

Díaz-Barriga, F. Los Residuos Peligrosos en México. Evaluación del Riesgo para la Salud. *Salud Pública de México*. 38: 280-291. 1996.

DOF. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. México. 2003 (8 de octubre).

DOF. NOM-087-SEMARNAT-SSAI-2002. México. 2003 (17 de febrero).

INEGI. *Sistema de Cuentas Nacionales de México. Cuentas de bienes y servicios, Metodología*. México. 2004. Disponible en: [www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx)

OCDE. *Environmental Indicators. Towards Sustainable Development*. France. 1998.

OCDE. *Environmental Indicators: Towards Sustainable Development*. France. 2001.

OCDE. *Main Economic Indicators*. France. 2004.

Ostrosky P, R. Rodríguez, H. Gutierrez y T. Fortoul. Efectos de los Residuos Peligrosos sobre la Salud En Rivero O, G. Ponciano y S. González. *Los Residuos Peligrosos en México*. Programa Universitario de Medio Ambiente. México. 55-80. 1996

Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. Norma Mexicana NMX-AA-61-1985 Protección al Ambiente - Contaminación del Suelo - Residuos Sólidos Municipales - Determinación de la Generación. México. 1985.

Sedesol-INE. *Residuos Peligrosos en el Mundo y en México*. Serie Monografías No. 3. México. 1993

Semarnat. *Indicadores básicos del desempeño ambiental de México: 2005*. México. 2005a.

Semarnat. Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental, Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas. México. 2005b. Disponible en: [www.semarnat.gob.mx](http://www.semarnat.gob.mx)

Semarnat. Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental, Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas. México. 2005c.

Semarnat-INE. *Contaminación por pilas y baterías en México*. México. 2004.

Semarnat-INE. *Minimización y Manejo Ambiental de los Residuos Sólidos en México*. México. 2001.

Semarnat-Profepa. *Informe anual Profepa 2002*. México. 2003.

Semarnat-Profepa. *Informe anual Profepa 2003*. México. 2004.

