

RESIDUOS



INTRODUCCIÓN

La producción de alimentos, así como la fabricación y el consumo de bienes para el hogar y la industria son ejemplos de actividades cotidianas que producen una gran variedad de residuos. Dependiendo de su composición, tasa de generación y manejo, pueden tener efectos muy diversos en la población y en el ambiente llegando, en algunos casos, a ser altamente peligrosos, sobre todo cuando involucran compuestos tóxicos que se manejan de manera inadecuada (ver el recuadro [Consecuencias ambientales y en la salud de la disposición inadecuada de los residuos sólidos urbanos](#), en el Informe de la Situación del Medio Ambiente, edición 2015; Semarnat, 2016).

Además de que el manejo inadecuado de residuos genera una fuerte presión sobre el ambiente, su gran volumen de generación también se ve ligado a la discusión sobre la fabricación y el consumo sostenible, específicamente cuando se aborda el uso de los recursos naturales y energéticos necesarios para producir todos los materiales y bienes que terminarán por convertirse en residuos. De esta manera, la gestión integral de los residuos, además de procurar reducir su generación y conseguir su adecuada disposición final, también puede dar como resultado colateral la reducción, tanto de la extracción de recursos (evitando su agotamiento), como de la energía y el agua que se utilizan para producirlos, así como la disminución de la emisión de gases de efecto invernadero.

Los residuos se definen formalmente como los materiales o productos que se desechan ya sea en estado sólido, semisólido, líquido o gaseoso, que se contienen en recipientes o depósitos, y que necesitan estar sujetos a tratamiento o disposición final con base en lo dispuesto en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR; DOF, 2003), y se clasifican de acuerdo a sus características y orígenes en tres grupos: residuos sólidos urbanos (RSU), residuos de manejo especial (RME) y residuos peligrosos (RP).

RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

Los residuos sólidos urbanos (RSU)¹ son aquellos que se producen en los domicilios, ya sea casas habitación, oficinas o pequeños comercios, así como los que provienen de cualquier otra actividad que se realiza en establecimientos o en la vía pública, con características domiciliarias y los que se producen en lugares públicos, siempre que no sean considerados como residuos de otra índole (DOF, 2003).

GENERACIÓN

Calcular la generación de RSU es una tarea compleja, dado que no es posible hacer un registro exhaustivo de todos los residuos que se producen en una localidad, por lo que se recurre a estimaciones indirectas a partir de la medición de los residuos producidos por personas o por hogares, y a partir de esos datos, con la ayuda de modelos matemáticos simples, se extrapola en función del tamaño de la población y de otras características, tales como los ingresos, la condición social, las propiedades de la localidad (si es urbana o rural, por ejemplo), entre otras. Otro mecanismo que sirve para calcular los residuos generados es a partir de los datos de recolecta que producen los servicios de limpia, siempre teniendo presente que se deben hacer ajustes debido a que la cobertura de los sistemas de recolección no suele ser del 100%.

Según algunas estimaciones, la producción mundial de RSU alcanzó, aproximadamente, 1 300 millones de toneladas diarias en 2010, y podría crecer hasta los 2 200 millones en el año 2025 (Hoornweg y Bhada-Tata, 2012). El volumen de generación de RSU a nivel global muestra una gran disparidad regional, determinada, principalmente, por el desarrollo económico y la proporción de la población urbana en cada región. En el año 2010, cerca del 44% de los RSU producidos en el planeta correspondieron a los países con las economías más desarrolladas pertenecientes a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE; Hoornweg y Bhada-Tata, 2012). Los países de Latinoamérica y el Caribe contribuyeron con el 12% del total, detrás de los países que integran las regiones del Pacífico y del Este de Asia.

En México, según las cifras más recientes, publicadas en 2017,² la generación de RSU alcanzó 44.6 millones de toneladas, lo que representó un aumento del 35.6% con respecto a 2003 (11.73 millones de toneladas más generadas en ese período). Si se expresa por habitante, alcanzó 0.98 kilogramos en promedio diariamente en el mismo año (Presidencia de la República, 2017).

La cantidad de residuos sólidos urbanos generados puede explicarse como resultado de múltiples factores, reconociéndose entre los más importantes el crecimiento urbano, el desarrollo industrial, las modificaciones tecnológicas y el cambio en los

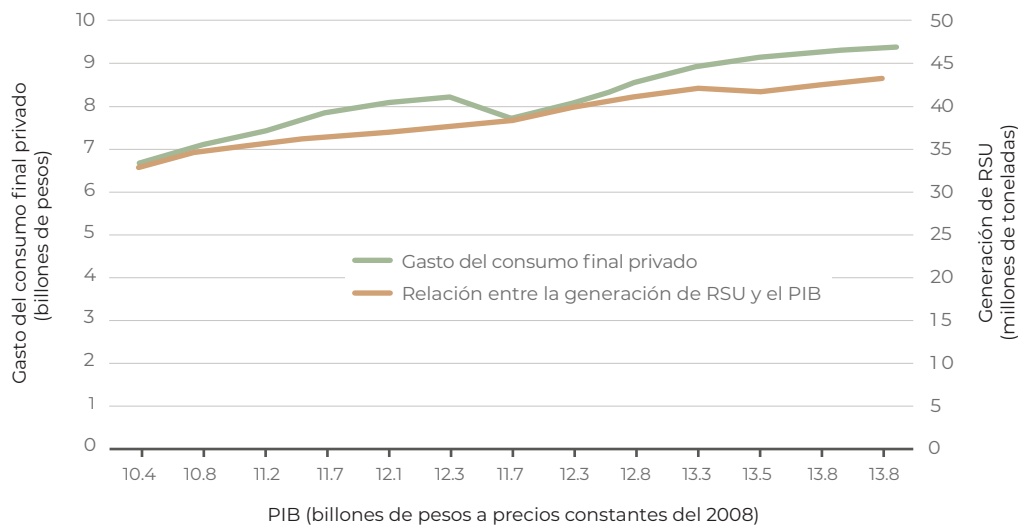
¹ Con la publicación de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (DOF, 2003) los residuos sólidos municipales (RSM) cambiaron su denominación a la de residuos sólidos urbanos (RSU).

² La estimación se obtuvo a partir de un modelo que toma como base el tamaño de la población, la región geográfica y las características de la localidad, principalmente.

patrones de consumo de la población, entre otras. En México, como en el caso de muchos otros países, el crecimiento de la generación de RSU marcha a la par del gasto del consumo final privado y el PIB nacional (Figura 7.1). Puesto en términos sencillos, esta relación, que se ha observado también en otras regiones del mundo, se traduce en que, a mayores ingresos, el nivel de consumo se incrementa y, en consecuencia, se produce un mayor volumen de residuos.

Esta misma relación puede encontrarse a nivel de entidad federativa: aquellas que contribuyeron mayormente al PIB nacional también lo hicieron al volumen nacional de RSU (Figura 7.2). No obstante, en algunos casos la contribución a la producción total nacional de RSU de algunas entidades se desvía notablemente de la tendencia general, como en el caso del estado de México (que produce más residuos respecto a la tendencia) o Campeche (que produce menos de lo esperado). Esto se explica básicamente por la alta contribución al PIB del estado de México debida a su importante actividad industrial y a su alta población; mientras que, en el caso de Campeche, su comportamiento se debe a su intensa actividad petrolera y a su baja población.

Figura 7.1 Relación entre la generación de RSU, el producto interno bruto (PIB) y el gasto del consumo final privado



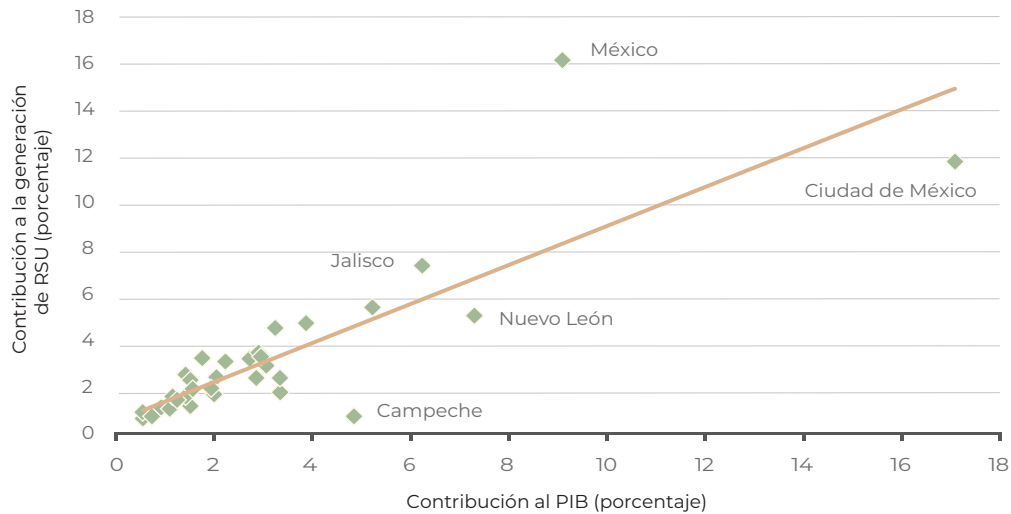
Nota: Los datos corresponden a los años 2003 al 2015.

Fuentes: Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en Zonas Urbano-Marginadas, Sedesol. México. 2013. INEGI. *Sistema de Cuentas Nacionales de México*. Banco de Información Económica. INEGI. México. 2015. INEGI. *PIB y Cuentas Nacionales*. INEGI. México. Disponible en: <http://www.beta.inegi.org.mx/temas/pib/#>. Fecha de consulta: Julio de 2015. Presidencia de la República. *Tercer Informe de Gobierno 2014-2015*. Anexo Estadístico. Presidencia de la República. México. 2015.

La generación de residuos también está íntimamente ligada al proceso de urbanización. En general se reconoce que éste se acompaña por un mayor incremento del poder adquisitivo de la población, que conlleva a estándares de vida con altos niveles de consumo de bienes y servicios, lo que produce un mayor volumen

de residuos. Por el contrario, en las comunidades pequeñas o rurales, los habitantes basan principalmente su consumo en productos menos manufacturados que, por lo general, carecen de materiales que terminan como residuos (como las envolturas, por ejemplo). Dada esta relación, es común que estimaciones y proyecciones de la generación de RSU se basen en el tamaño de la población de cada localidad.

Figura 7.2 Contribución al PIB y a la generación de RSU por entidad federativa



Nota:

Los datos corresponden al año 2012.

Fuentes:

Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en Zonas Urbano-Marginadas, Sedesol. México, 2013.
INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales de México. Banco de Información Económica, 2015. Fecha de consulta: diciembre de 2015.

Utilizando el tamaño de la población y las características de las localidades, las entidades federativas que más RSU estarían generando en 2017 serían el estado de México (6.98 millones de t; 15.7% del total nacional), la Ciudad de México (3.98 millones de t; 9%), Jalisco (3.2 millones de t; 7.1%) y Veracruz (2.4 millones de t; 5.3%); mientras que las que generarían los menores volúmenes serían Colima (241 955 t; 0.5%), Baja California Sur (301 640 mil t; 0.7%), Tlaxcala (301 759 t; 0.7%) y Campeche (313 317 t; 0.7%; Mapa 7.1).

En general, la predominancia de residuos orgánicos o inorgánicos se asocia a la condición económica de la población: en los países con menores ingresos dominan los de composición orgánica, mientras que en los países con mayores ingresos los residuos son principalmente inorgánicos, con una cantidad importante de productos manufacturados (Acurio *et al.*, 1997). México está migrando hacia una composición con una menor predominancia de residuos orgánicos: en la década de los años 50, el porcentaje de estos residuos oscilaba entre 65 y 70% de su volumen, mientras que en 2017 esta cifra se redujo a 51.6% (Figura 7.3; Presidencia de la República, 2017). Otros componentes importantes de los residuos que se producen en el país son el papel y sus derivados (14.2%) y los plásticos (11%).

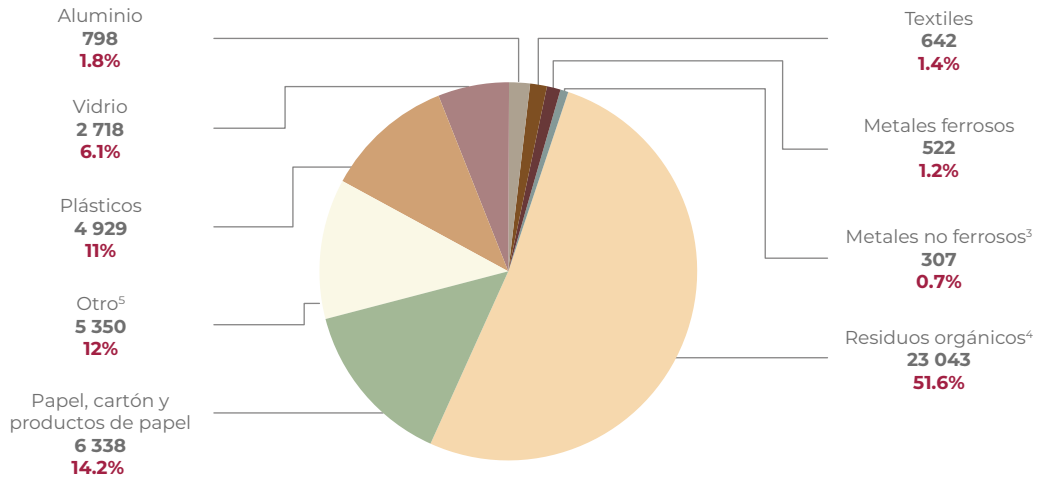
Mapa 7.1 Generación de RSU por entidad federativa, 2017



Nota:

Elaboración: Dirección General de Estadística e Información Ambiental (DGEIA), basada en una estimación de la generación promedio de residuos per cápita en función del tamaño de la localidad.

Figura 7.3 Composición de los RSU¹ en México, 2017²



Notas:

- ¹ La cantidad de residuos se presenta en miles de toneladas.
- ² Los datos para este año son estimados.
- ³ Incluye cobre, plomo, estaño y níquel.
- ⁴ Incluye residuos de comida, de jardines y materiales orgánicos similares.
- ⁵ Incluye residuos finos y pañales desechables, entre otros.

Fuente:

Presidencia de la República. *5to. Informe de Gobierno*. Presidencia de la República. México. 2017.

MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS

Desde el punto de vista ambiental y de salud pública, el manejo adecuado de los residuos en las etapas que siguen a su generación permite mitigar sus impactos negativos sobre el ambiente y la salud, además de que reduce la presión sobre los recursos naturales. El reuso y el reciclaje de materiales son fundamentales para reducir la presión sobre los ecosistemas y otras fuentes de recursos de las que se extraen. Paralelamente, disminuyen el uso de energía y de agua necesarios para su extracción y procesamiento, así como la necesidad de espacio para disponer finalmente los residuos. Desde el punto de vista económico, un menor volumen de residuos que requieren de disposición final reduce los costos de operación; según estimaciones de la OCDE, el monto destinado al manejo y tratamiento de residuos en los países miembro asciende a cerca de un tercio de los recursos financieros que destina el sector público para el abatimiento y control de la contaminación (OECD, 2014; ver el recuadro [Los RSU en el Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales](#) en el Informe 2012; Semarnat 2013).

Recolección

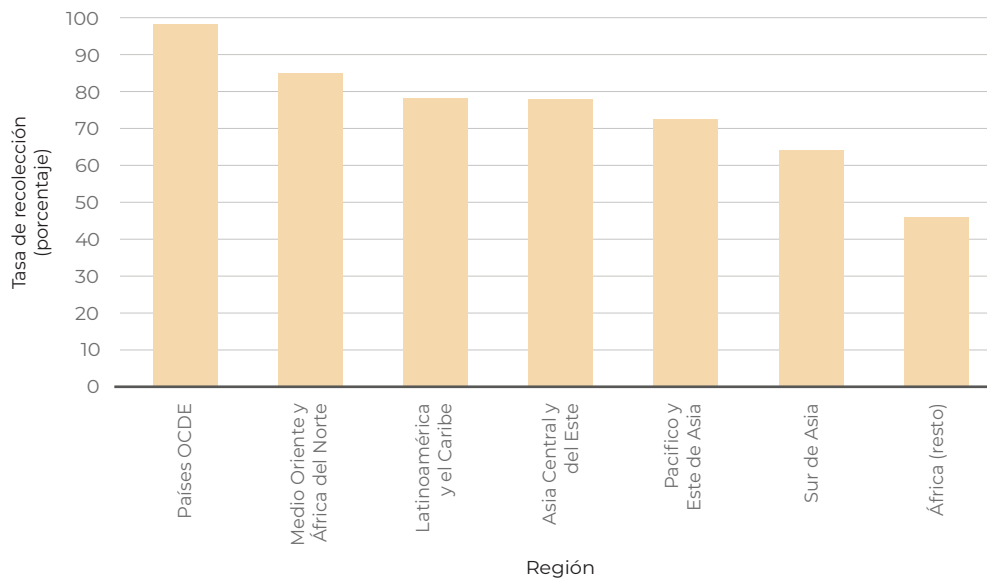
La recolección es un servicio público que comprende la colecta de los RSU en el sitio donde se producen o se depositan temporalmente (usualmente las casas, las industrias, los comercios o los edificios públicos) y su traslado hasta el sitio donde se tratan o disponen. Desde el punto de vista ambiental y de salud pública, tiene una relevancia fundamental, además de que los residuos que se colectan (al menos una parte de ellos) pueden ser recuperados o dispuestos adecuadamente. En contraste, aquellos que no se recolectan pueden permanecer en los sitios de generación o diseminarse, ocasionando efectos negativos, tales como obstruir desagües y cursos de agua (con potenciales riesgos de inundaciones), contaminar los cuerpos de agua y los suelos, deteriorar el paisaje o convertirse en fuente de enfermedades potenciales para la población, entre otros (UN-HABITAT, 2010).

El nivel de recolección de los residuos difiere entre países y regiones. Por lo general, los países de ingresos altos recolectan un porcentaje mayor de los residuos generados (alrededor de 98%) que las economías de bajos ingresos (41%; Hoornweg y Bhada-Tata, 2012). En los países de la OCDE, la colecta de residuos promedia alrededor del 98% de la generación, mientras que en África esta cifra alcanza 46% (Figura 7.4). En el caso de Latinoamérica y el Caribe, la recolección se encuentra alrededor del 78%. En México, entre 2010 y 2016, la recolección fluctuó entre el 78 y el 87% de los residuos generados (Figura 7.5; cuadro [D3_RSM02_02](#), ICV 5.2.3).

En 2016, los cuatro estados con el mayor volumen de recolección de RSU fueron la Ciudad de México (5.1 millones de t), el estado de México (4.5 millones), Jalisco (2.7 millones) y Veracruz (2.2 millones; Mapa 7.2 cuadro [D3_RSM02_02](#)).

La separación de los residuos sólidos recolectados³ y su transporte hacia las zonas de disposición final puede tener múltiples ventajas para su manejo. Cuando los residuos se separan previamente a su recolección es posible aumentar la cantidad y la calidad de los materiales reciclables; en contraste, los que se recuperan a partir de residuos no separados tienden por lo general a estar contaminados, lo que reduce su valor en el mercado y su posible reciclaje.

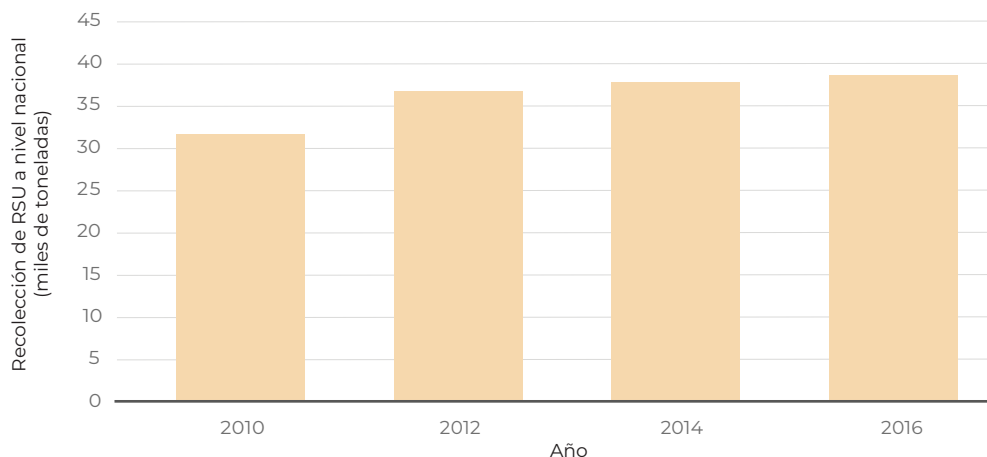
Figura 7.4 Nivel de recolección de RSU en diversas regiones, 2012



Fuente:

Hoonweg, D. y P. Bhada -Tata. Waste generation. In: *What a Waste. A Global Review of Solid Waste Management. Urban Development Series*. World Bank. Washington, D.C. 2012. Disponible en: <http://siteresources.worldbank.org/INTURBANDEVELOPMENT/Resources/336387-1334852610766/Chap3.pdf>. Fecha de consulta: diciembre de 2015.

Figura 7.5 Recolección de RSU a nivel nacional, 2010 - 2016



Nota:

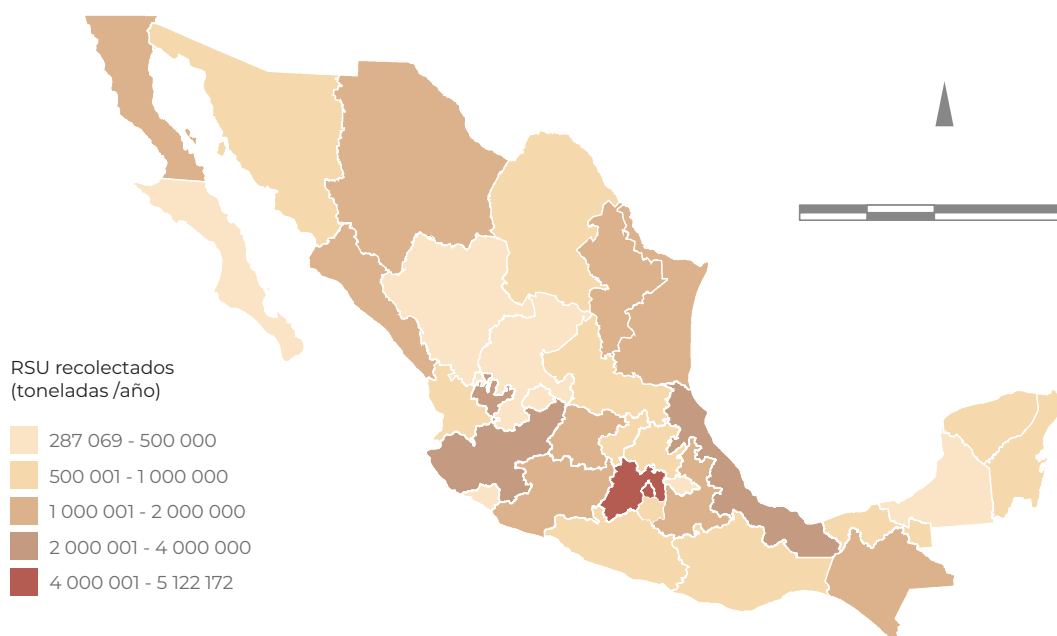
El valor aproximado de recolección por año va del 78 al 87%.

Fuente:

INEGI. *Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales. Ediciones 2011, 2013, 2015, 2017. Módulo 6: Residuos Sólidos Urbanos*. INEGI. México. Disponible en: <http://www.beta.inegi.org.mx/temas/residuos/>. Fecha de consulta: agosto de 2018.

³ La recolección selectiva se refiere a la recolección de los residuos sólidos de manera separada en orgánicos, inorgánicos y de manejo especial (GODF, 2010).

Mapa 7.2 Recolección de RSU por entidad federativa, 2016



Fuente:

INEGI. *Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales. Edición 2017. Módulo 6: Residuos Sólidos Urbanos*. INEGI. México. Disponible en: <http://www.beta.inegi.org.mx/temas/residuos/>. Fecha de consulta: agosto de 2018.

De acuerdo a la información del Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales (CNGMD; INEGI, 2018), hasta 2016 sólo 15% de la recolección de desechos en el país era selectiva; las entidades que colectaron de esta forma el mayor volumen de sus residuos fueron la Ciudad de México (89.55% del volumen recolectado en la entidad), Puebla (41.10%) y Yucatán (12%). En ese mismo año, 8 entidades federativas no realizaban recolección de este tipo.

Reciclaje

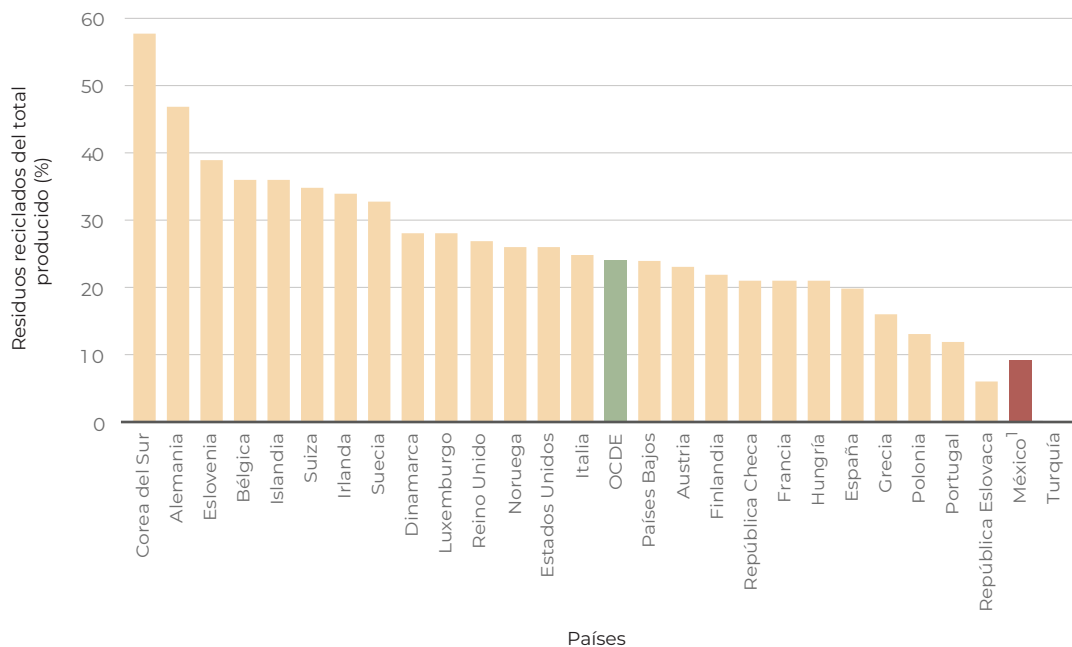
El reciclaje pretende convertir algunos de los materiales que componen los residuos (entre los más importantes están el papel y cartón, el vidrio, algunos metales y el tereftalato de polietileno, mejor conocido como PET) en materiales reusables en los procesos productivos. Desde el punto de vista de la gestión de los residuos, el reciclaje tiene la ventaja de reducir el volumen de materiales que requieren ser recolectados, transportados y dispuestos en sitios adecuados.⁴

La revalorización de los residuos también disminuye el consumo de materias primas, electricidad y agua, entre otros insumos, que serían necesarios para la extracción y procesamiento de nuevos materiales. Por ejemplo, obtener aluminio a partir de aluminio reciclado requiere 95% menos energía que producirlo de materiales puros (Hoornweg y Bhada-Tata, 2012).

⁴ En muchos países en desarrollo, incluido México, una proporción importante del volumen de materiales susceptibles de reciclaje se separa previamente a su recolección.

El volumen de materiales reciclados en México es reducido: en 2012 alcanzó alrededor del 9.6% del volumen de los residuos generados (INECC, 2012). Esta cifra resulta baja cuando se compara con lo reportado para los países que forman parte de la OCDE, que en promedio reciclaron en ese mismo año alrededor del 24% de sus residuos, con algunos países con porcentajes cercanos o mayores al 50%, como en el caso de Corea del Sur y Alemania (58 y 47%, respectivamente; OCDE 2016); Figura 7.6. Según el CNGMD (INEGI, 2018), del volumen total reciclado en el país en 2014, el mayor porcentaje correspondió a PET (33.79%), seguido por el papel, cartón y productos de papel (22.76%) y plásticos (12.95%; Figura 7.7; cuadro D3_RSM01_15; IB 4-5).

Figura 7.6 Reciclaje de RSU en países de la OCDE, 2012



Nota:

¹ Los datos para México están tomados del Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos (INECC, 2012).

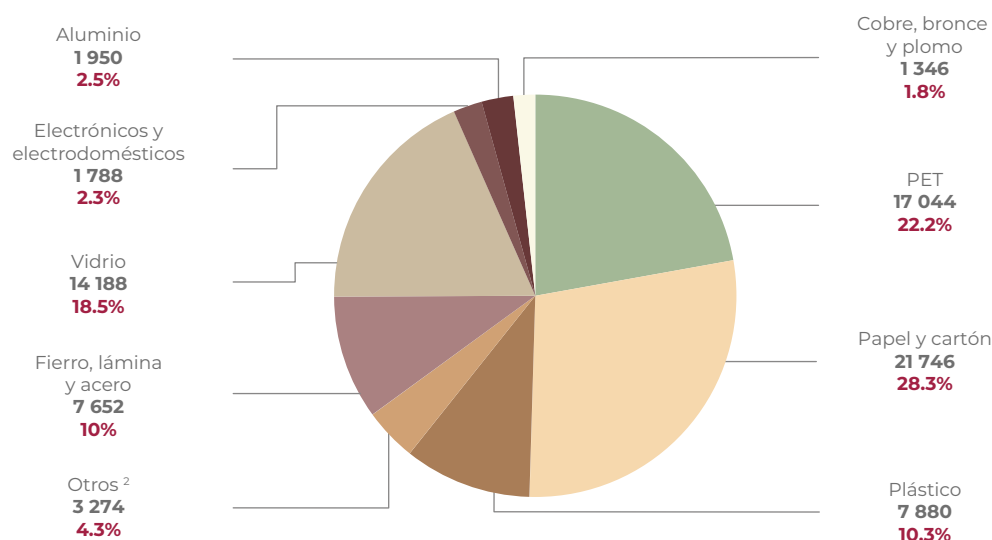
Fuentes:

INECC, Semarnat. *Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos*. INECC, Semarnat. México. 2012.
 OECD. *OECD Factbook 2014: Economic, Environmental and Social Statistics*. OECD Publishing. 2014. Disponible en: http://www.oecd-ilibrary.org/economics/oecd-factbook-2014/municipal-waste-generation_factbook-2014-table157-en. Fecha de consulta: noviembre de 2015.

Disposición final

La disposición final de los residuos tiene que ver con su depósito o confinamiento permanente en sitios e instalaciones que permitan evitar su diseminación y las posibles afectaciones a los ecosistemas y a la salud de la población. La Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003 (DOF, 2004) define las especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

Figura 7.7 Composición de los RSU recolectados valorizables,¹ 2016



Notas:

¹ La cantidad de residuos se expresa en kg/día.

² La categoría "Otros" incluye residuos finos y pañales desechables, entre otros.

Fuente:

INEGI. *Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales, ediciones 2011, 2013, 2015, 2017. Módulo 6: Residuos Sólidos Urbanos.* Disponible en: www.beta.inegi.org.mx/temas/residuos/. Fecha de consulta: agosto de 2018.

En la actualidad todas las entidades cuentan en su territorio con rellenos sanitarios para disponer sus residuos, excepto la Ciudad de México. Los residuos de ésta última se disponen en cuatro rellenos sanitarios en el estado de México: La Cañada, Cuautitlán, El Milagro y Chicoloapan, y uno más en el estado de Morelos, en Cuautla (Sedema, 2018).

RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL

Los residuos de manejo especial (RME) son, de acuerdo a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR; DOF, 2003) "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". Dicha ley establece diez categorías de este tipo de residuos en su artículo 19, mientras que la NOM-161-SEMARNAT-2011 establece criterios para su clasificación, así como para elaborar los planes de manejo respectivos, los cuales están enfocados a minimizar su volumen y a recuperar aquellos componentes que pueden ser reutilizados bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social (Semarnat, 2018; ver el recuadro **Origen de los residuos de manejo especial** en el Informe 2012; Semarnat, 2013).

En años recientes se ha prestado más atención a la adecuada gestión de los RME, sobre todo porque algunos de ellos o las partes que los conforman, pueden representar un riesgo importante para la salud de la población o del entorno natural.

En cumplimiento a lo establecido en la NOM-161-SEMARNAT-2011 (DOF, 2013) hasta 2018 se han elaborado once planes de manejo por diferentes fabricantes que utilizan materiales que pueden representar un riesgo una vez que son descartados, mientras que la Semarnat, en colaboración con la Agencia Internacional del Japón (JICA) y otros actores, elaboró el Plan de Manejo Nacional de Vehículos al Final de su Vida Útil (Tabla 7.1). La información sobre la generación y manejo de varios tipos de RME puede consultarse directamente en sus respectivos planes de manejo (Tabla 7.1).

Tabla 7.1 Planes de manejo de RME presentados a partir de la entrada en vigencia de la NOM-161-SEMARNAT-2011

Plan de manejo	Modalidad	Fecha de presentación
Plan de manejo de los residuos de manejo especial. Teléfono celulares.	Privado, colectivo y nacional	Septiembre de 2013
Plan colectivo RLGA manejo integral de los RAEE en México.	Privado, colectivo y nacional	Septiembre de 2014
Plan de residuos de envases post consumo de PET, PEAD, aluminio y otros de ECOCE.	Privado, colectivo y nacional	Noviembre de 2013
Manejo de neumáticos usados de desecho.	Mixto, colectivo y nacional	Noviembre de 2013
Plan de manejo para los residuos de papel y cartón en México.	Mixto, colectivo y nacional	Diciembre de 2013
Plan de manejo de residuos de electrónicos de APPLE.	Privado, individual y nacional	Enero de 2014
Plan de manejo de residuos de la construcción y la demolición.	Privado, colectivo y nacional	Abril de 2014
Plan colectivo de manejo integral de productos tecnológicos marca Sony y que al transcurrir su vida útil de desechan.	Privado, colectivo y nacional	Mayo de 2014
Plan de manejo de REMSA para equipos electrónicos y eléctricos al final de su vida útil.	Privado, colectivo y nacional	Mayo de 2014
Plan de manejo de residuos de aparatos electrónicos y eléctricos RAEE.	Individual, colectivo y nacional	Abril de 2015
Plan de manejo nacional para los residuos tecnológicos de las industrias de la informática de IBM.	Privado, colectivo y nacional	Junio de 2016

Fuente:

Semarnat. *Planes de manejo de RME*. Semarnat. México. Disponible en: <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/planes-de-manejo-rme>. Fecha de consulta: diciembre de 2018.

Los teléfonos celulares constituyen un objeto de uso común entre la población a nivel nacional y mundial, que al final de su vida útil se considera un residuo de manejo especial. El plan de manejo de los teléfonos descartados permite su gestión adecuada, en particular, permite recuperar los metales (cobre, níquel y estaño, entre otros) y metales preciosos (oro, platino y paladio) utilizados en sus componentes, así como aquellos materiales que pueden resultar tóxicos para los seres vivos y el ambiente. Este plan de manejo para México se publicó en 2013, y desde ese año y hasta el primer trimestre de 2017 se habían recolectado 2.17 millones de equipos celulares, lo cual representó un total de 325 095 toneladas de equipos, más 633 701 toneladas de accesorios (como cargadores, baterías externas, memorias y cables, entre otros; Anatel, 2018; Semarnat, 2018).

Otro tipo de residuos generados en grandes cantidades en el país son los envases plásticos (PET, PEAD) de aluminio y multilaminados (contenedores compuestos por plástico, papel y aluminio). Entre 2013 y 2017 se recolectaron 347 000 toneladas de estos materiales. El plan de manejo de este tipo de residuos contempla campañas dirigidas a la población en general, entre las que se encuentran el acopio en escuelas, además de un programa que recolecta los envases en comunidades que cuentan con sistemas de recolección de residuos limitados.

Los aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) desechados también son RME, y existen varios planes de manejo para su tratamiento adecuado una vez que se termina su vida útil (Tabla 7.1). De acuerdo al informe entregado en 2014 del “Plan de Manejo de Residuos de Aparatos electrónicos y eléctricos RAEE de Proambi” en 2013, se recolectaron aproximadamente 1.3 millones de toneladas de RAEE para la recuperación de materiales que pueden ser reutilizados y el adecuado confinamiento de aquellos no pueden ser reciclados. Para más información sobre otros planes de manejo de RME, ver los recuadros Los residuos de aparatos electrodomésticos y [La problemática de las pilas](#), en el Informe 2012 (Semarnat, 2013).

RESIDUOS PELIGROSOS

La vida diaria está rodeada de una diversidad de sustancias químicas que permiten muchas de las comodidades en la vida moderna. El número de éstas identificadas a nivel mundial hasta 2018 sumaban más de 148 millones (esto es, alrededor de 81 millones más que en julio de 2012; CAS, 2018; ver el recuadro [Las sustancias químicas en números](#), en el Informe 2012 (Semarnat, 2013). Sus usos son tan diversos como servir de materia prima para la fabricación de nuevos materiales, medicamentos, plaguicidas, o bien como intermediarios de múltiples procesos industriales. Aunque de muchas de ellas se sabe que resultan inertes o inocuas para el ser humano o el ambiente, de una alta proporción aún se desconoce si tienen efectos adversos y de otras se reconoce que pueden resultar particularmente peligrosas cuando se vierten al ambiente accidentalmente o su manejo no se realiza conforme a ciertos protocolos.



En materia de regulación para el manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos (RSU), de manejo especial (RME) y peligrosos (RP), se tienen en el país diferentes lineamientos, tanto nacionales como internacionales, tales como la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR; DOF, 2003), la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (DOF, 2000) y sus respectivos reglamentos, así como la Guía para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Municipales (Semarnat, 2001). En el ámbito internacional se encuentran el Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación (DOF, 1990), el Protocolo de Montreal Relativo a las Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono (DOF, 1988) y el Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (DOF, 2002), por mencionar algunos de los más importantes.

Otras disposiciones regulatorias están contenidas en las normas que establecen las medidas para lograr un manejo seguro de los tres tipos de residuos. Entre las principales normas se encuentran:

Residuos sólidos urbanos y de manejo especial

•NOM-083-SEMARNAT-2003, Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial (DOF, 20-10-2004).

Residuos peligrosos

•NMX-AA-020-SCFI-2008, Residuos.-Determinación de compuestos orgánicos semivolátiles en producto de extracción de constituyentes tóxicos (PECT) (DOF, 18-06-2008).

•NMX-AA-139-SCFI-2008. Residuos. Prueba de extracción para compuestos tóxicos (PECT) (DOF, 18-06-2008).

•NMX-AA-001-SCFI-2008. Residuos líquidos y/o soluciones acuosas-Corrosividad al acero al carbón (DOF, 18-06-2008).



- NOM-040-SEMARNAT-2002, Protección ambiental-Fabricación de cemento hidráulico-Niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera (DOF, 18-12-2002). (Esta norma es aplicable a los hornos cementeros en los que se coprocesan residuos peligrosos como combustible alterno).
- NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de residuos peligrosos (DOF, 23-06-2006).
- NOM-053-SEMARNAT-1993, Que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente (DOF, 18-10-1993).
- NOM-054-SEMARNAT-1993, Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-ECOL-1993 (DOF, 18-10-1993).
- NOM-055-SEMARNAT-2003, Que establece los requisitos que deben reunir los sitios que se destinarán para un confinamiento controlado de residuos peligrosos previamente estabilizados (DOF, 03-11-2004).
- NOM-056-SEMARNAT-1993, Que establece los requisitos para el diseño y construcción de las obras complementarias de un confinamiento controlado para residuos peligrosos (DOF, 22-10-1993).
- NOM-057-SEMARNAT-1993, Que establece los requisitos que deben observarse en el diseño, construcción y operación de celdas de un confinamiento controlado para residuos peligrosos (DOF, 22-10-1993).
- NOM-058-SEMARNAT-1993, Que establece los requisitos para la operación de un confinamiento controlado de residuos peligrosos (DOF, 10-12-1993).
- NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002, Protección ambiental – Salud ambiental – Residuos peligrosos biológico-infecciosos - Clasificación y especificaciones de manejo (DOF, 17-02-2003).
- NOM-098-SEMARNAT-2002, Protección ambiental-Incineración de residuos, especificaciones de operación y límites de emisión de contaminantes (DOF, 01-10-2004).



- NOM-133-SEMARNAT-2015. Protección ambiental-Bifenilos Policlorados (BPCs) Especificaciones de manejo (DOF, 23-02-2016).
- NOM-138-SEMARNAT/SSA-2012. Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación (DOF, 10-09- 2013).
- NOM-141-SEMARNAT-2003, Que establece el procedimiento para caracterizar los jales, así como las especificaciones y criterios para la caracterización y preparación del sitio, proyecto, construcción, operación y postoperación de presas de jales (DOF, 13-09-2004).
- NOM-145-SEMARNAT-2003, Confinamiento de residuos en cavidades construidas por disolución en domos salinos geológicamente estables (DOF, 27-08-2004).
- NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004, Que establece criterios para determinar las concentraciones de remediación de suelos contaminados por arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plomo, plata, selenio, talio y vanadio (DOF, 02-03-2007).
- NOM-157-SEMARNAT-2009, Que establece los elementos y procedimientos para instrumentar planes de manejo de residuos mineros (DOF, 30-08-2011).
- NOM-161-SEMARNAT-2011, Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo (DOF, 11-01-2013).

Referencias:

- DOF. *Protocolo de Montreal Relativo a las Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono (Montreal, Canadá, 16 de septiembre de 1987)*. 1988. Entrada en vigor para México: 1 de enero de 1989.
- DOF. *Convenio de Basilea Sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación (Basilea, Suiza. 22 de marzo de 1989)*. 1990. Entrada en vigor para México: 5 de mayo de 1992.
- DOF. *Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental*. 2000. Última reforma 31 de octubre de 2014.
- DOF. *Convenio de Estocolmo Sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (Estocolmo, Suecia, 23 de mayo del 2001)*. 2002. Entrada en vigor para México: 17 de mayo del 2004.
- DOF. *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos*. México. 2003. Última reforma 22 de mayo de 2015.
- Semarnat. *Guía para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Municipales*. Semarnat. México. 2001.

El crecimiento acelerado de la actividad industrial en muchos países, el mal manejo de muchas sustancias químicas y la disposición inadecuada de residuos tóxicos, ha incrementado la exposición de la población y los ecosistemas naturales a sustancias potencialmente tóxicas. En 2015 se calculaba que alrededor del mundo 5 millones de personas se encontraban en riesgo por exposición al mercurio, 26 millones por exposición al plomo y 7 millones por su contacto cotidiano con pesticidas (Pure Earth y Green Cross, 2015).

En México, los llamados residuos peligrosos (RP), se definen como aquellos que poseen al menos una de las llamadas características CRETIB, es decir, pueden ser: corrosivos (C), reactivos (R), explosivos (E), tóxicos (T), inflamables (I) y biológico-infecciosos (B). También se consideran peligrosos los envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan contenido o sido contaminados con RP, según lo establece la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR, DOF, 2003). La Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005 (DOF, 2006) establece el procedimiento para su identificación, así como las características y la clasificación de este tipo de residuos.

GENERACIÓN

Tanto el volumen acumulado de RP generados en el país, como el número de empresas que los producen, se obtienen a partir de los registros y la información que brindan las empresas inscritas en el Padrón de Generadores de Residuos Peligrosos (PGRP) a la Semarnat. De acuerdo a este padrón, entre 2004 y 2017 las 115 158 empresas inscritas generaron 2.45 millones de toneladas. Es importante tomar en cuenta que esta cifra no corresponde al volumen total de RP generados en el país en ese periodo, debido básicamente a que dicho padrón no incluye a la totalidad de las empresas que los producen en el territorio nacional (Tabla 7.2; cuadro D3_RESIDUOP01_01, IB 5-2).

Tabla 7.2 Estimación de la generación de RP reportados al PGRP por tipo, 2004 - 2017

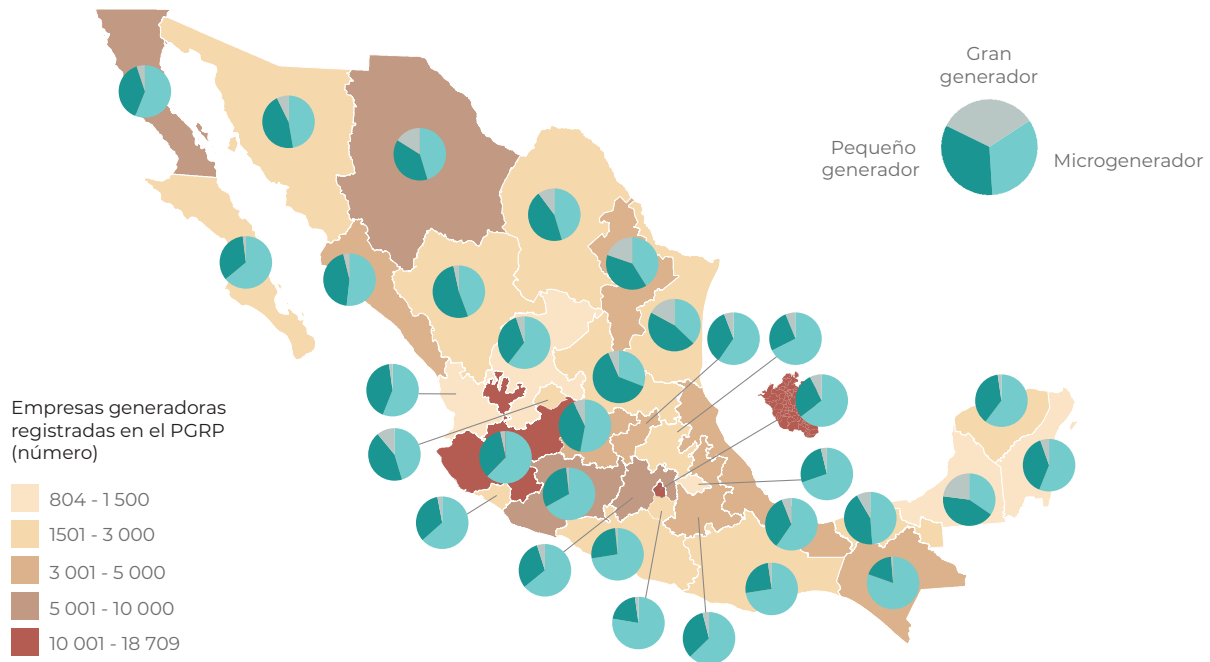
Año	Generación estimada (millones de toneladas acumuladas)	Número de empresas
2004 - 2009	1.70	52 784
2004 - 2011	1.92	68 733
2004 - 2012	1.96	75 562
2004 -2013	2.04	84 279
2004 - 2014	2.19	93 355
2004 - 2015	2.27	101 113
2004 - 2016	2.40	108 339
2004 - 2017	2.45	115 158

Fuente:

Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas, Semarnat. México. Marzo 2018.

En el mismo período de tiempo una parte importante de la generación de RP se concentró en las zonas industriales del país. Del total de empresas registradas, la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) concentró 18 709 (16.2% del total), los otros cuatro estados con el mayor número de empresas fueron Jalisco (10 431, 9.1%), Baja California (7 135, 6.2%), Michoacán (5 682, 4.9%) y el estado de México (5 669, 4.9%). Estas entidades produjeron 47 626 toneladas de residuos, lo que representó el 41.4% de los RP generados en dicho periodo. Las entidades con un menor número de empresas generadoras fueron Quintana Roo (1 233, 1.07% del total de empresas); Zacatecas (1 180, 1.02%); Campeche (1 142; 0.99%), Nayarit (1 012, 0.88%), Tlaxcala (804 empresas, 0.7%; Mapa 7.3; cuadro D3_RESIDUOP01_01, IB 5-2).

Mapa 7.3 Empresas registradas en el Padrón de Generadores de RP (PGRP) según volumen de generación, 2004 - 2017



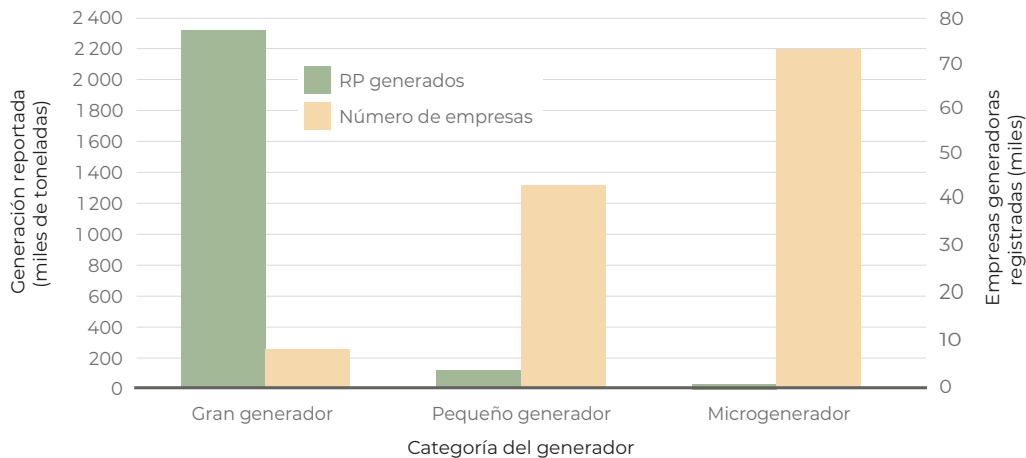
Fuente:

Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas, Semarnat. México. Marzo de 2018.

En cuanto a la distribución geográfica de los distintos tipos de generadores, el mayor porcentaje de los micro y pequeños generadores de RP se encontraron en la ZMVM (15%, del total de generadores, con 17 342 empresas), Jalisco (8.75%, 10 074) y Baja California (5.9%, 6 772 empresas). En el caso de los grandes generadores, las empresas se concentraron también en la ZMVM (1 367 empresas, 1.2 % del total de generadores en el país) y en los estados de Chihuahua (844 empresas, 0.73%), Nuevo León (837 empresas; 0.73%; Tamaulipas (442 empresas, 0.38%), y Baja California (363 empresas, 0.32%; Mapa 7.3).

De acuerdo al volumen de RP que generan, las empresas se clasifican en micro, pequeños y grandes generadores.⁵ Entre 2004 y 2017, 67 342 empresas se clasificaron como microgeneradores (58.5% del total de empresas; con 14 198 t generadas y 0.58% de la generación nacional de RP); 40 268 empresas fueron pequeños generadores (35% de las empresas; 116 561 t generadas y 4.8% del total); y 7 548 empresas fueron grandes generadores (6.6% de las empresas; 2.32 millones de t generadas y 94.7% del total de residuos generados a nivel nacional; Figura 7.8; cuadro D3_RESIDUOP01_01, IB 5-2).

Figura 7.8 Generación de RP de acuerdo a la categoría de generador, según el Padrón de Generadores de Residuos Peligrosos, 2004 - 2017



Fuente:

Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas, Semarnat. México. Marzo de 2018.

Respecto al tipo de industrias generadoras, en el periodo 2004-2017, las que contribuyeron con un mayor volumen de RP fueron las industrias prestadoras de servicios (883 088 t; 36.1%), la metalúrgica (264 221 t; 10.8%), la automotriz (248 822 t; 10.2%), la química (240 828 t, 9.8% del total generado), y la de servicios mercantiles (148 772 t; 6.1% del total producido; Figura 7.9; cuadro 3_RESIDUOP01_22).

Si se observa la generación de RP por entidad federativa, en el período 2004-2017 la ZMVM fue la mayor productora con 712 821 toneladas (29.1% del volumen total del país); le siguieron Chihuahua con 359 078 toneladas (14.7%), Campeche con 213 936 (8.7%), Nuevo León (184 006; 7.5%) y Tamaulipas con 165 042 (6.7%; Mapa 7.4; cuadro D3_RESIDUOP01_01). Por otro lado, las cinco entidades que reportaron menores volúmenes de RP generados fueron Guerrero con 3 993 (0.16% del total), Oaxaca (3 197; 0.13%), Chiapas (3 055; 0.12%), Tlaxcala (2 907; 0.12%) y Nayarit (2 513; 0.1%); en su conjunto, estas últimas entidades arrojan una suma porcentual del 0.64% del total nacional (Mapa 7.4).

⁵ Microgenerador: establecimiento industrial, comercial o de servicios que genere una cantidad de hasta 400 kilogramos de residuos peligrosos anuales. Pequeño generador: persona física o moral que genere una cantidad igual o mayor a 400 kilogramos y menor a 10 toneladas en peso bruto total de residuos al año. Gran generador: persona física o moral que genere una cantidad igual o superior a 10 toneladas en peso bruto total de residuos al año.

Figura 7.9 Generación de RP reportada por los principales tipos de industrias generadoras, 2004 - 2017



Fuente: Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas, Semarnat. México. Marzo de 2018.

Mapa 7.4 Generación de RP según el PGRP por entidad federativa, 2004 - 2017

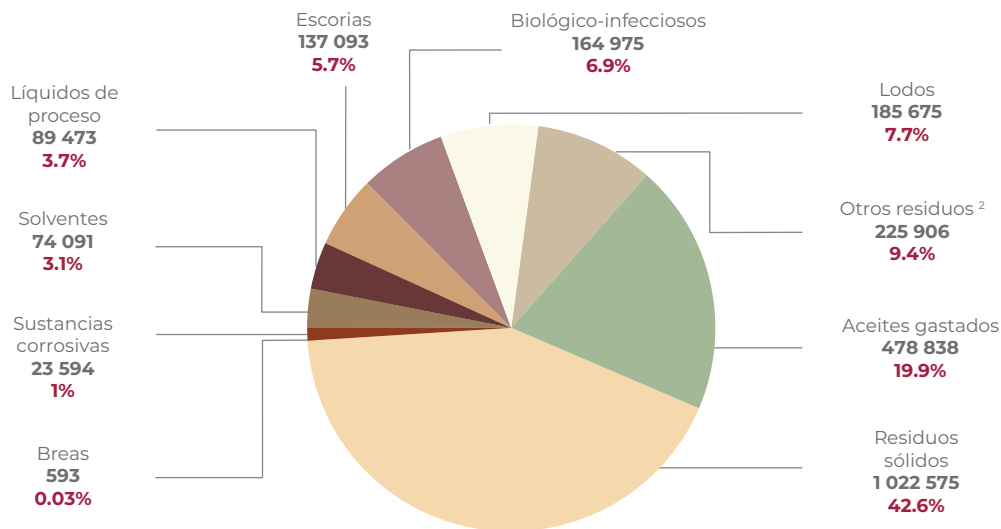


Fuente: Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas, Semarnat. México. Marzo de 2018.

En el período 2004-2016 los volúmenes de RP generados en mayor cantidad correspondieron a los residuos sólidos (1 022 575 t, 42.6% del total generado), que incluyen residuos de mantenimiento automotriz, asbesto, telas, pieles, metales pesados, tortas de filtrado y otros sólidos. El siguiente tipo de residuo con mayor generación fueron los aceites gastados (478 838 t; 19.9%), el conjunto denominado “otros residuos” (225 906 t; 9.4%), los lodos (185 675 t; 7.7%) y los biológico-infecciosos (164 975 t; 6.9%). Los RP que menos se generaron fueron las breas (593 t, 0.025% del total generado), las sustancias corrosivas (23 594 t; 1%) y los solventes (74 091 t; 3.1%; Figura 7.10; cuadro D3_RESIDUOP01_20).

Dentro de los distintos tipos de RP, los biológico-infecciosos (RP-BI) tienen gran importancia por los posibles riesgos que representan cuando su manejo resulta inadecuado. Incluyen a los que se producen en instalaciones que brindan servicios de atención a la salud y actividades relacionadas, y están compuestos por restos anatómicos, cultivos y cepas de microorganismos, objetos punzocortantes, muestras patológicas y sangre. En el periodo 2004-2016, su volumen de generación fue de 164 975 toneladas, lo que representó el 6.9% del total de los RP generados a nivel nacional. El mayor componente de este tipo de residuos correspondió a residuos anatómicos (56.3%), el 20.3% fueron residuos patológicos, el 14.8% objetos punzocortantes, el 5% sangre y 3.7% fueron cultivos y cepas (Figura 7.10; cuadro D3_RESIDUOP01_20).

Figura 7.10 Generación de RP por tipo reportada al Padrón de Generadores de Residuos Peligrosos, 2004 - 2016



Nota:

¹ La cantidad de residuos se expresa en toneladas/año.

² La fuente original no desagrega los materiales que integran el grupo “Otros residuos”.

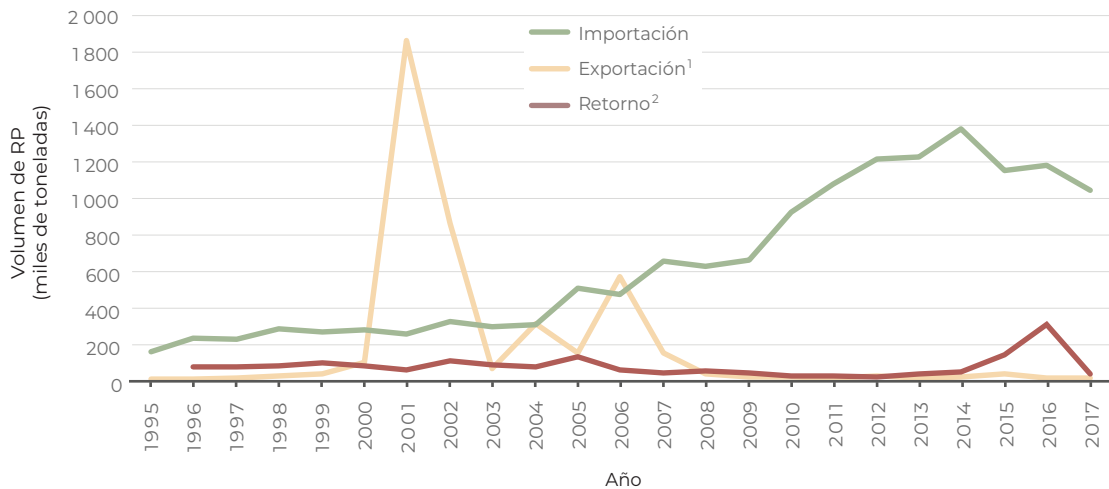
Fuente:

Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas, Semarnat. México. Marzo de 2018.

MOVIMIENTO TRANSFRONTERIZO

El movimiento transfronterizo de residuos peligrosos permite trasladar estos materiales entre países con la finalidad de llevar a cabo el reciclaje, reprocesamiento o remanufactura de los materiales, o bien, permite su retorno a sus países de origen para su tratamiento y confinamiento final. Durante el periodo 1995-2017, se importaron a México 14.8 millones de toneladas de RP (Figura 7.11). El retorno de RP para su reciclaje, reutilización o confinamiento fue de 1.7 millones de toneladas, con un promedio anual de 77 525 toneladas. En el mismo periodo, las exportaciones de RP alcanzaron un total de 4.4 millones de toneladas, con un promedio anual de 189 160 toneladas. En 2017 se importaron 1.1 millones de toneladas, retornaron 34 495 y se exportaron 10 860 (Figura 7.11; cuadro D3_RESIDUOP01_02; cuadros D3_RESIDUOP01_03 y D3_RESIDUOP01_04).

Figura 7.11 Movimiento transfronterizo de RP, 1995 - 2017



Notas:

¹ Se incluyen los recortes de perforación que se generaron durante el periodo de 1998 a 2007.

² El retorno de RP ocurre cuando se importan de manera temporal productos, equipos, maquinaria o cualquier otro insumo para ser manufacturados, reciclados o reprocesados y que generan residuos peligrosos que deben retornar al país de origen por ley.

Fuentes:

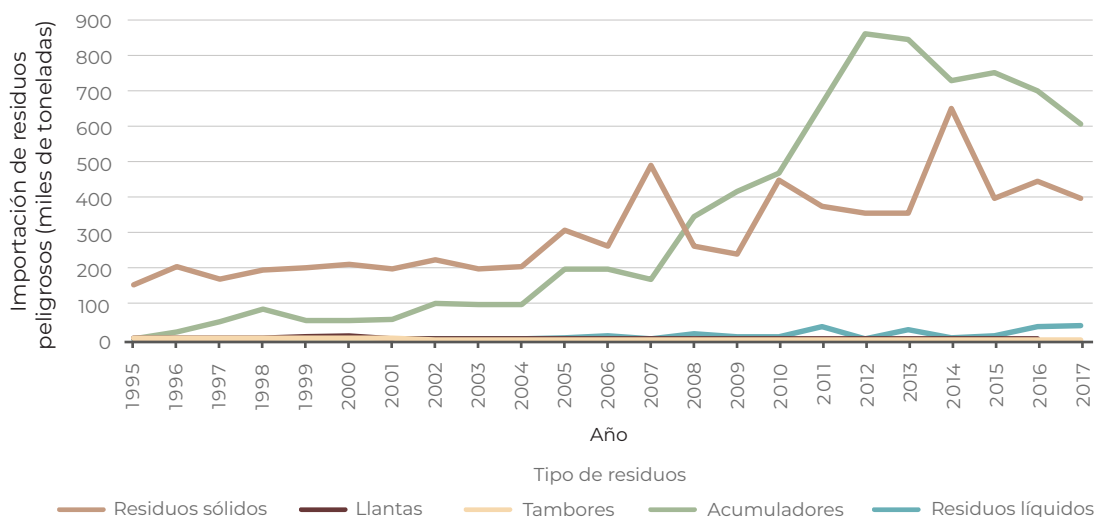
Dirección General de Manejo Integral de Contaminantes, Semarnat. México. Diciembre de 2001.

Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas, Semarnat. México. Marzo de 2018.

Entre 1995 y 2017 se importaron 7 millones de toneladas de residuos sólidos, con importantes fluctuaciones entre años. En particular, la importación de acumuladores fue de 7.6 millones de toneladas en ese periodo, con una clara tendencia a incrementarse hasta el año 2012, en que las cifras empiezan a descender cada año. Los residuos líquidos comprendieron un total de 208 804 toneladas, mientras que la importación de llantas y tambores dejó de realizarse en los años 2000 y 2001, respectivamente (Figura 7.12; Cuadro D3_RESIDUOP01_02).

En 2017 se importaron 1.1 millones de toneladas de RP, de las cuales 609 180 toneladas correspondieron a acumuladores (58% del total producido ese año), 398 785 toneladas correspondieron a residuos sólidos (37.9%) y 43 000 toneladas a residuos líquidos (4.1%; Figura 7.12; Cuadro D3_RESIDUOP01_02).

Figura 7.12 Importación de RP por tipo, 1995 - 2017



Fuente:

Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas, Semarnat. México. Marzo de 2018.

En cuanto a las exportaciones de RP, entre 1995 y 2017 el mayor volumen correspondió a los recortes de perforación de la industria petrolera⁶ (3.9 millones de t; 89.9% del total exportado), le siguieron en cantidad los residuos sólidos con 339 301 toneladas (7.8%), los residuos hexaclorados, con 26 725 toneladas (0.61%), las baterías con 25 073 (0.58%), residuos líquidos con 24 321 (0.56%), los bifenilos policlorados con 23 222 y los contenedores, con 2 571 toneladas (0.06%; Figura 7.13; [D3_RESIDUOP01_03](#)). En la Figura 7.14 se muestra la fluctuación en la exportación de residuos peligrosos entre 1995 y 2017 ([D3_RESIDUOP01_03](#)).

Figura 7.13 Exportación de RP por tipo, 1995 - 2017

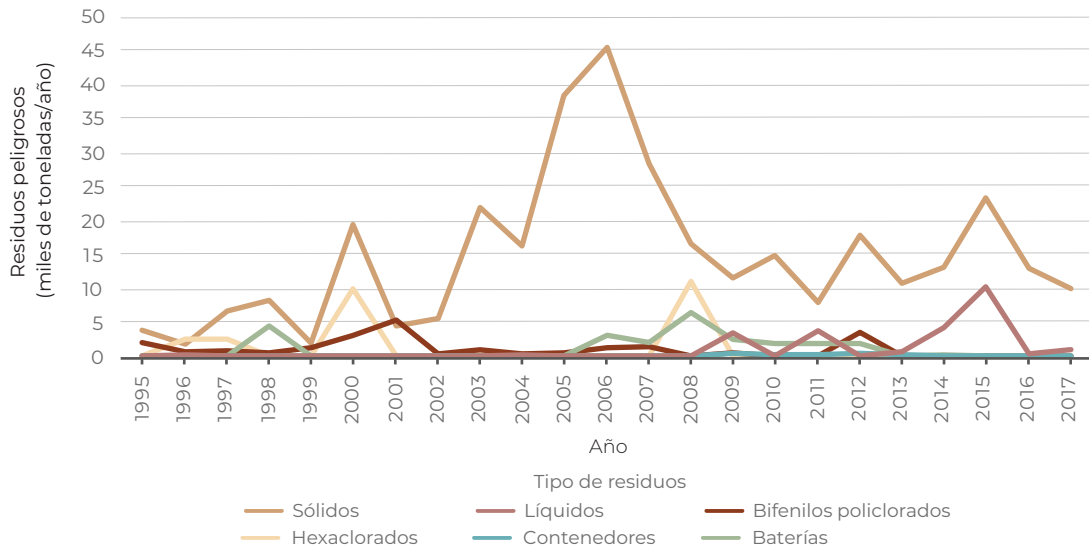


Fuente:

Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas, Semarnat. México. Marzo de 2018.

⁶ Los datos sobre la exportación de recortes de perforación sólo cubren el período comprendido entre 1998 y 2007; a partir de ese último año Pemex dejó de reportar los valores de exportación para ese rubro.

Figura 7.14 Exportación de RP por tipo,¹ 1995 - 2017



Nota:

¹ No se muestran los recortes de perforación.

Fuente:

Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas, Semarnat. México. Marzo de 2018.

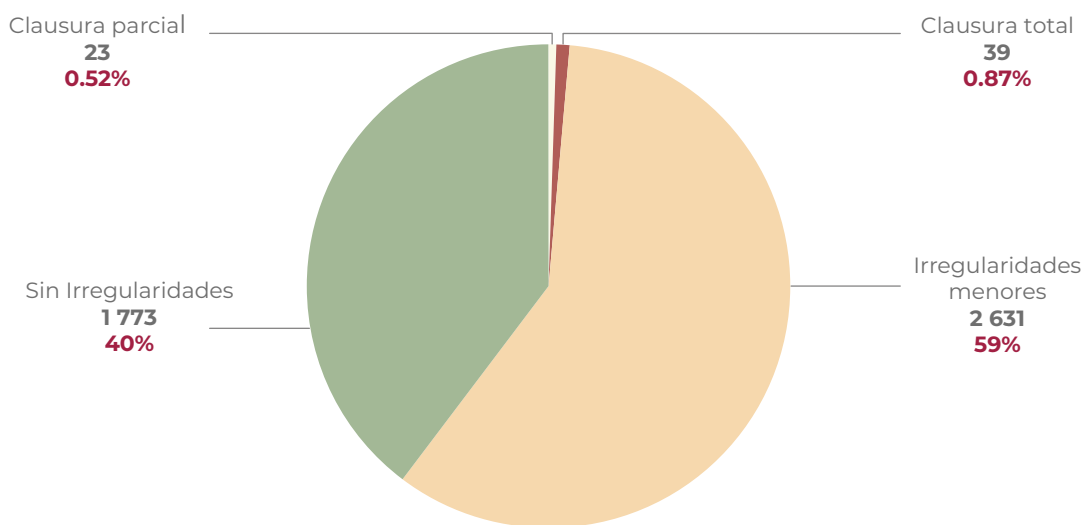
MANEJO

Al igual que en el caso de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, el manejo de los residuos peligrosos busca reducir los riesgos del contacto de estas sustancias con el ser humano y el ambiente, recuperar los materiales que sean útiles (por medio del reciclaje y reutilización), prepararlos para reducir su peligrosidad (ya sea por medio de su neutralización o incineración bajo condiciones controladas) y confinarlos en sitios adecuados para ello.

En México, la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) obliga a los generadores y gestores de RP a manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada (DOF, 2003). La encargada de verificar el cumplimiento de dicha ley es la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (Profepa), esto por medio de la aplicación de programas de inspección y vigilancia.

En 2017, la Profepa realizó 4 466 visitas de inspección y verificación a las empresas generadoras y/o prestadoras de servicios en materia de residuos peligrosos. De éstas, 4 089 visitas se realizaron a las empresas generadoras y 377 a empresas que prestan servicios en materia de RP (205 a aquellos establecimientos que llevan a cabo el transporte de materiales y RP y 172 a aquellos que los reciben para su manejo y disposición final). Del total de las visitas realizadas, en 62 se impuso la clausura como medida de seguridad (23 clausuras parciales y 39 clausuras totales), en 2 631 visitas se encontraron irregularidades menores y en 1 773 no se encontraron irregularidades (Figura 7.15).

Figura 7.15 Resultado de las visitas de inspección a empresas relacionadas con residuos peligrosos, 2017



Fuente:
Profepa. Informe de Actividades 2017. Profepa. México. 2017.

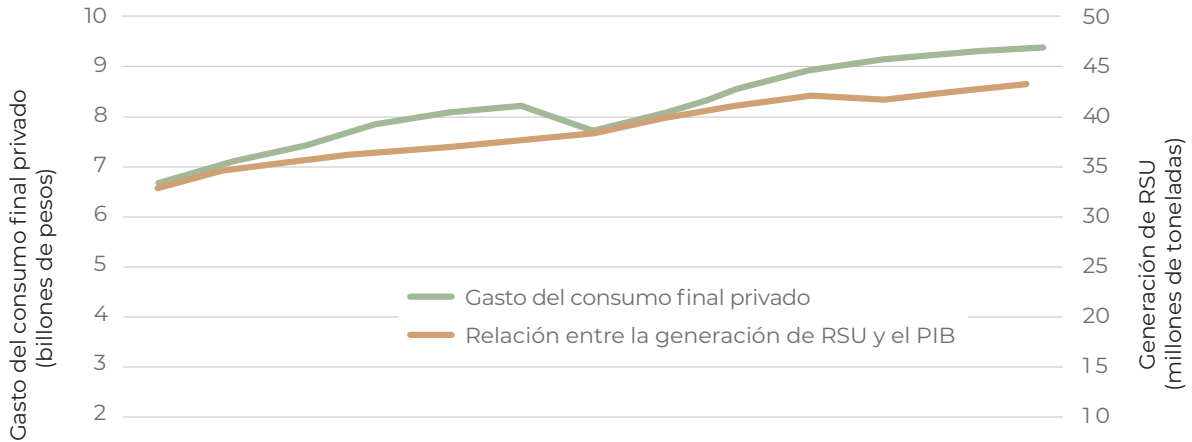
En el país, en el periodo 2000-2017, la capacidad instalada autorizada para el reciclaje, reutilización, tratamiento, incineración y confinamiento de RP fue de poco más de 20.6 millones de toneladas, de las cuales el 42.6% correspondió a tratamiento (8.8 millones de t); 45.3% a reciclaje (9.4 millones de t); 8.1% a confinamiento (1.7 millones de t), 2.6% a reutilización (539 157 t) y 1.3% a incineración (275 131 t). En particular, en 2016, la capacidad instalada fue de poco más de 2.5 millones de toneladas, de las cuales el 27% correspondió a tratamiento (664 000 t); 49.2% a reciclaje (1.2 millones de t); 22% a confinamiento (541 542 t) y 1.9% a incineración (46 112 t). En 2017 la fuente sólo reporta la capacidad instalada para el tratamiento de RP (92 000 t; Figura 7.16; Cuadro D3_RESIDUOP01_05_D).

Respecto a la capacidad instalada por entidad federativa, en 2016 los estados con mayor capacidad fueron el estado de México (112 589 t; 4.6% del total), Tabasco (236 260 t; 9.6%), Veracruz (500 012 t; 20.3% del total), Nuevo León (580 393 t; 23.5%) y Coahuila (808 042 t; 32.8%; Mapa 7.5; Cuadro D3_RESIDUOP01_07, Cuadro D3_RESIDUOP01_08, Cuadro D3_RESIDUOP01_09, Cuadro D3_RESIDUOP01_10_D y Cuadro D3_RESIDUOP01_15).

En el periodo de enero de 2000 a diciembre de 2017, la Profepa realizó 131 869 visitas de inspección y verificación a las empresas que se dedican al transporte, recolección, manejo y disposición de RP para verificar el cumplimiento de la normatividad aplicable para su correcto manejo. En lo que respecta al año 2017, se realizaron un total de 6 267 visitas, de éstas, en 2 437 casos (38.9%) no se encontraron irregularidades, en 3 616 (57.7%) se encontraron irregularidades menores, mientras que 214 casos se encontraron irregularidades graves que

ameritaron clausura, de éstos en 72 casos el cierre fue de tipo parcial temporal (1.1% del total de verificaciones) y en 142 casos se realizó la clausura total temporal (2.3%; Figura 7.17; Cuadro 4_PROFEPAA02_08_D).

Figura 7.16 Capacidad instalada autorizada para el reciclaje, reutilización, tratamiento, incineración y confinamiento de RP, 2000 - 2017



Notas:

En 2015 no se expidieron autorizaciones para incineración de residuos.

En 2017 no se expidieron autorizaciones para reutilización, coprocesamiento, incineración y confinamiento de residuos.

Fuente:

Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas, Semarnat. México. Marzo de 2018.

Mapa 7.5 Capacidad instalada autorizada¹ para el manejo de RP por entidad federativa, 2016



Nota:

¹ Debido a que las instalaciones autorizadas para llevar a cabo el almacenamiento temporal de los residuos no reportan el volumen anual almacenado, aquí se reporta la capacidad instalada autorizada.

Fuente:

Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas, Semarnat. México. Marzo de 2018.

Figura 7.17 Resultado de las visitas de inspección a fuentes de contaminación ambiental, 2000 - 2017



Fuentes:

Profepa. *Informe Trianual 1995-1997*. Profepa. México. 1998.
 Profepa. *Informes 1995-2000*. Profepa. México. 2000.
 Subprocuraduría de Inspección Industrial, Profepa. México. Mayo de 2018.

MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS BIOLÓGICO-INFECCIOSOS

En el año 2003 entró en vigor la Norma Oficial Mexicana NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002 (DOF, 2003), cuyo objeto es establecer las características de los residuos peligrosos biológico infecciosos, así como las especificaciones para su manejo. Una de las medidas para asegurar el cumplimiento de esta norma son las visitas de inspección, en las cuales se identifican incumplimientos, se dictan medidas correctivas y se imponen clausuras en caso de presentarse irregularidades graves que representen un riesgo inminente para los ecosistemas o la salud pública.

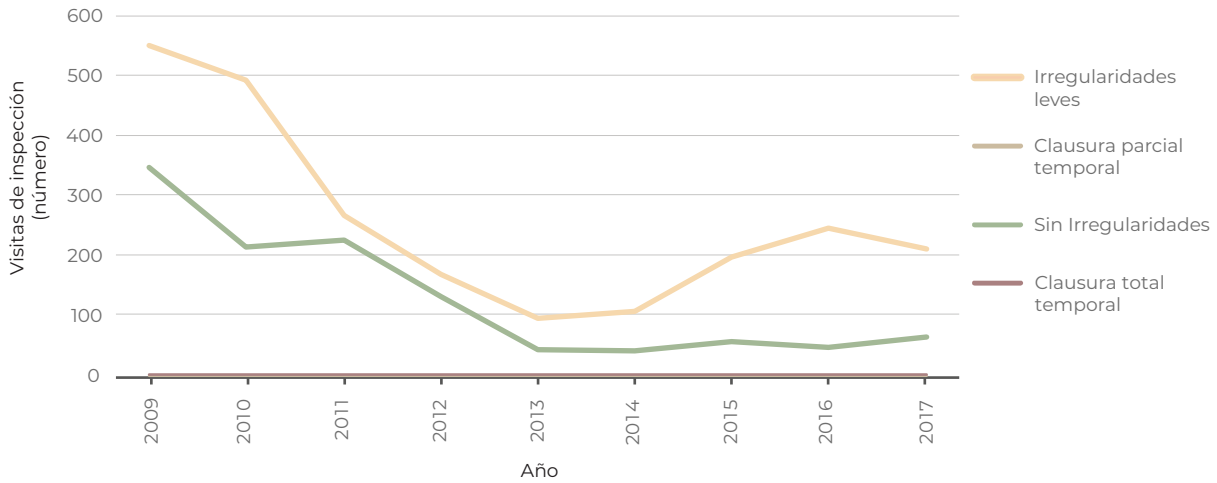
Entre 2009 y 2017 se realizaron 3 478 visitas de inspección a estos establecimientos, los cuales comprenden unidades de servicios médicos y hospitalarios, incluyendo clínicas, laboratorios y centros de investigación. De estas visitas 1 155 (33.2%) presentaron total cumplimiento de la normatividad, 2 320 (66.7%) presentaron infracciones menores y 3 requirieron de clausura temporal (0.09%; Figura 7.18). En 2017 se realizaron 271 inspecciones, de las cuales, en 62 casos (22.9%) no se detectaron irregularidades y en 209 (77.1%) se constataron irregularidades leves (Figura 7.18; Cuadro 4_PROFEPA02_08_D).

GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS, DE MANEJO ESPECIAL Y PELIGROSOS

En México existen instrumentos legales que regulan la gestión integral de los residuos y que involucran a los generadores, a quienes los transportan y a quienes los procesan. Uno de estos instrumentos legales es la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR; DOF, 2003), el Programa

Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y los programas estatales y municipales de Prevención y Gestión Integral de los Residuos (ver también el recuadro **Regulación ambiental para el manejo de los residuos en el país**).

Figura 7.18 Resultado de las visitas de inspección en materia de RP biológico-infecciosos,¹ 2009 - 2017



Nota:

¹ Estas inspecciones se realizan a unidades de servicios médicos y hospitalarios, incluyendo clínicas, laboratorios y centros de investigación.

Fuentes:

Profepa, Semarnat. Informes Anuales Profepa 2008, 2009, 2012 y 2014. México.
 Subprocuraduría de Inspección Industrial, Profepa. México. Mayo de 2018.

Otro tipo de instrumentos para gestionar los residuos son los inventarios, que proporcionan información para la toma de decisiones en cuanto al manejo de los RP, además de recopilar e integrar información sobre los sitios en los que se hace acopio de este tipo de materiales, incluyendo aquellos que ya no operan o, incluso, son clandestinos. De acuerdo a la LGPGIR; (DOF, 2003), los tres órdenes de gobierno deben elaborar, actualizar y difundir estos inventarios. Los programas para la separación primaria permiten la separación de los RSU y los RME en orgánicos e inorgánicos, mientras que la separación secundaria facilita la recuperación de los residuos valorizables a partir de los residuos inorgánicos obtenidos en la primera fase de separación. Esta separación y su depósito en contenedores para su recolección o reciclaje por el servicio público de limpia, con el fin de facilitar su aprovechamiento, tratamiento y disposición final debe ocurrir en los domicilios, establecimientos mercantiles, industriales y de servicios, así como en instituciones públicas y privadas, centros educativos y dependencias gubernamentales.

Por último, están los planes de manejo de los residuos sólidos, a través de los cuales los generadores (sean del sector público, privado o social) deberán adoptar medidas para reducir la generación de los RSU, RME y RP, aprovechar aquellos susceptibles de reutilización, reciclado o de obtención de energía, o para tratar o confinar aquellos que no se pueden valorizar. En el manejo de los residuos están involucradas diversas instancias, cuyas atribuciones se resumen en la Tabla 7.3.

Tabla 7.3 Gestión de los residuos según instancia involucrada

Plan de manejo	Modalidad	Fecha de presentación
Plan de manejo de los residuos de manejo especial. Teléfono celulares.	Privado, colectivo y nacional	Septiembre de 2013
Plan colectivo RLGA manejo integral de los RAEE en México.	Privado, colectivo y nacional	Septiembre de 2014
Plan de residuos de envases post consumo de PET, PEAD, aluminio y otros de ECOCE.	Privado, colectivo y nacional	Noviembre de 2013
Manejo de neumáticos usados de desecho.	Mixto, colectivo y nacional	Noviembre de 2013
Plan de manejo para los residuos de papel y cartón en México.	Mixto, colectivo y nacional	Diciembre de 2013
Plan de manejo de residuos de electrónicos de APPLE.	Privado, individual y nacional	Enero de 2014
Plan de manejo de residuos de la construcción y la demolición.	Privado, colectivo y nacional	Abril de 2014
Plan colectivo de manejo integral de productos tecnológicos marca Sony y que altranscurrir su vida útil de desechan.	Privado, colectivo y nacional	Mayo de 2014
Plan de manejo de REMSA para equipos electrónicos y eléctricos al final de su vida útil.	Privado, colectivo y nacional	Mayo de 2014

Fuente:

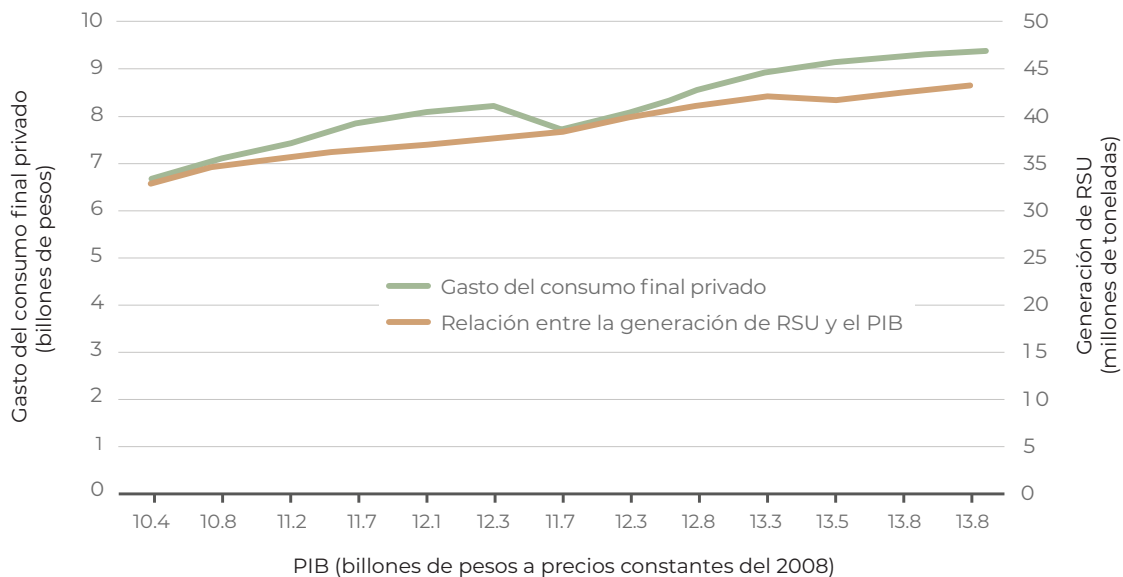
INE, Semarnat. Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos. INE, Semarnat. México. 2006.

RIESGO AMBIENTAL

Para que una actividad sea considerada como altamente riesgosa (AAR) las sustancias químicas utilizadas y su cantidad deberán estar incluidas en el Primer y Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas, publicados en el Diario Oficial de la Federación el 28 de marzo de 1990 y el 4 de mayo de 1992, respectivamente (DOF, 1990 y 1992). La evaluación del riesgo determina los posibles alcances de los accidentes y la intensidad de los efectos adversos en diferentes radios de afectación. De esta forma, quienes realizan actividades industriales, comerciales o de servicios, consideradas altamente riesgosas, deberán formular y presentar ante la Semarnat un Estudio de Riesgo Ambiental (ERA) cuyo objetivo principal es identificar, jerarquizar y evaluar los riesgos del manejo de materiales peligrosos, anticipando la posibilidad de liberaciones accidentales de sustancias químicas peligrosas, de manera tal que éstas puedan prevenirse o mitigarse.

Entre 2007 y 2017 se ingresaron 4 262 ERA en todo el país. En ese periodo de tiempo el sector “Otros” fue el que ingresó el mayor número de ERA (1 557 estudios; 36.6%) e incluyen a los estudios relacionados con plantas de tratamiento de aguas residuales y las plantas potabilizadoras de agua que usan cloro gaseoso en los procesos; a las plantas que comercializan amoniaco anhidro (NH₃) como fertilizante; a las industrias formuladoras de agroquímicos, pesticidas, insecticidas y fertilizantes; las que producen hielo y que utilizan NH₃ como gas refrigerante; a aquellas que se dedican al cromado y niquelados de partes mecánicas; a las plantas armadoras automotrices que manejan solventes y a los establecimientos que almacenan y comercializan grandes cantidades de sustancias químicas, entre otras. Los otros dos sectores con mayor número de ERA fue el petrolero y sus derivados (1 213 estudios; 28.5% del total) y el de alimentos y bebidas (658; 15.5%; Figuras 7.19 y 7.20; Cuadro D3_RESIDUO02_03

Figura 7.19 Estudios de riesgo ambiental ingresados por tipo de industria, 2007 - 2017



Notas:

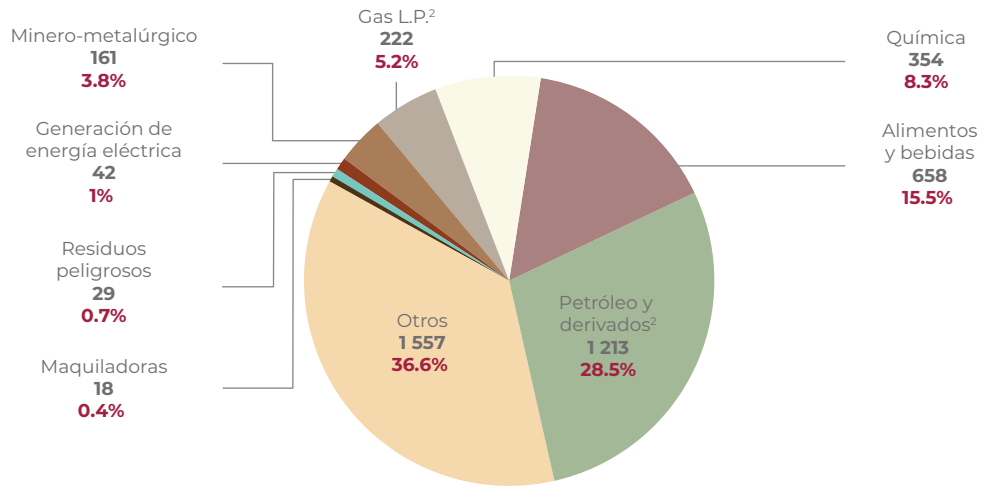
¹ La categoría “Otros” comprende, en su mayoría, plantas de tratamiento de aguas residuales y plantas potabilizadoras de agua que usan gas cloro; plantas que comercializan amoniaco anhidro (NH₃) como fertilizante; plantas formuladoras de agroquímicos, pesticidas, insecticidas y fertilizantes; plantas productoras de hielo que utilizan NH₃ como gas refrigerante; plantas que se dedican al cromado y niquelados de partes mecánicas, plantas armadoras automotrices que manejan solventes; establecimientos que almacenan y comercializan grandes cantidades de sustancias químicas, etcétera.
² A partir de marzo de 2015 la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (ASEA), es responsable de la recepción y registro de los Estudios de Riesgo Ambiental del Sector Hidrocarburos (giros “Petróleo y derivados” y “Gas L.P.”).

Fuente:

Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas, Semarnat. México. Marzo de 2018.

Respecto a los ERA ingresados por entidad federativa en el periodo comprendido entre 2007 y 2017, Tabasco ingresó el mayor número (699 estudios; 16.4% del total de estudios), seguido por Jalisco (325; 7.6%), el estado de México (322; 7.6%), Sinaloa (276; 6.5%) y Veracruz (266; 6.2%); en contraste, los estados que menos estudios presentaron fueron Guerrero (35 estudios, 0.8%), Baja California Sur (29; 0.7%); Zacatecas (27; 0.6%); Quintana Roo (20; 0.5%) y Nayarit (16; 0.4%; Mapa 7.6; Cuadro D3_RESIDUO02_03).

Figura 7.20 Estudios de riesgo ambiental¹ ingresados por tipo de industria, 2007 - 2017



Notas:

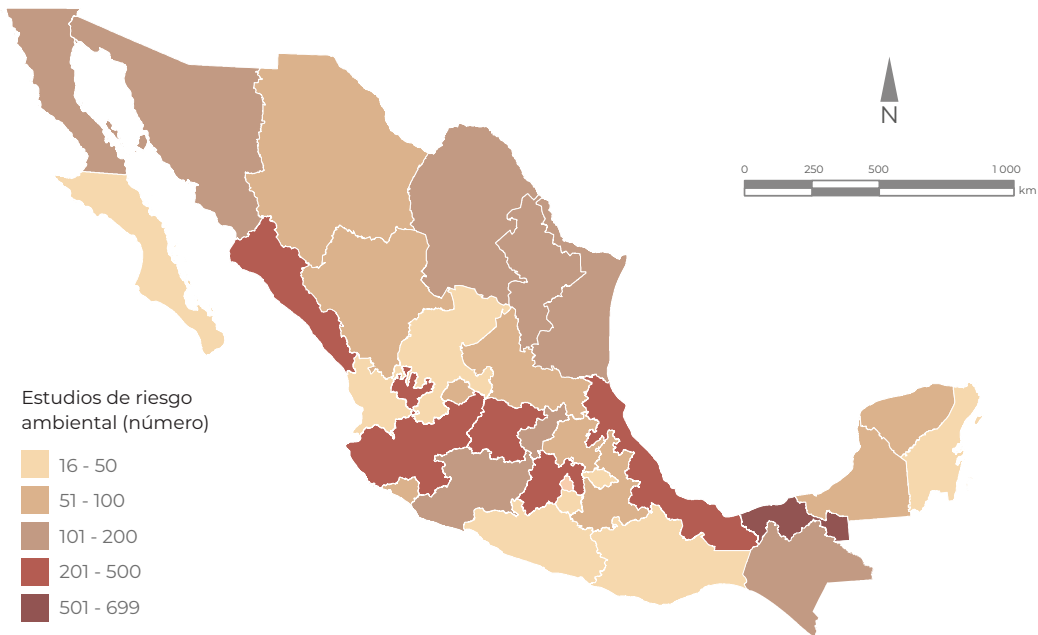
¹ Los datos muestran el número de estudios y el porcentaje por categoría.

² A partir de marzo de 2015 la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (ASEA) es responsable de la recepción y registro de los Estudios de Riesgo Ambiental del Sector Hidrocarburos. Con este cambio, la información de los giros industriales: "Petróleo y derivados" y "Gas L.P." dejan de generarse por DGGIMAR. Los datos de estos rubros en 2015 comprenden hasta el mes de febrero.

Fuente:

Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas, Semarnat. México. Marzo de 2018.

Mapa 7.6 Estudios de riesgo ambiental ingresados de plantas de operación¹ por entidad federativa, 2007 - 2017



Notas:

¹ Son aquellas plantas que se encuentran en operación y que realizan actividades industriales, comerciales o de servicios altamente riesgosas.

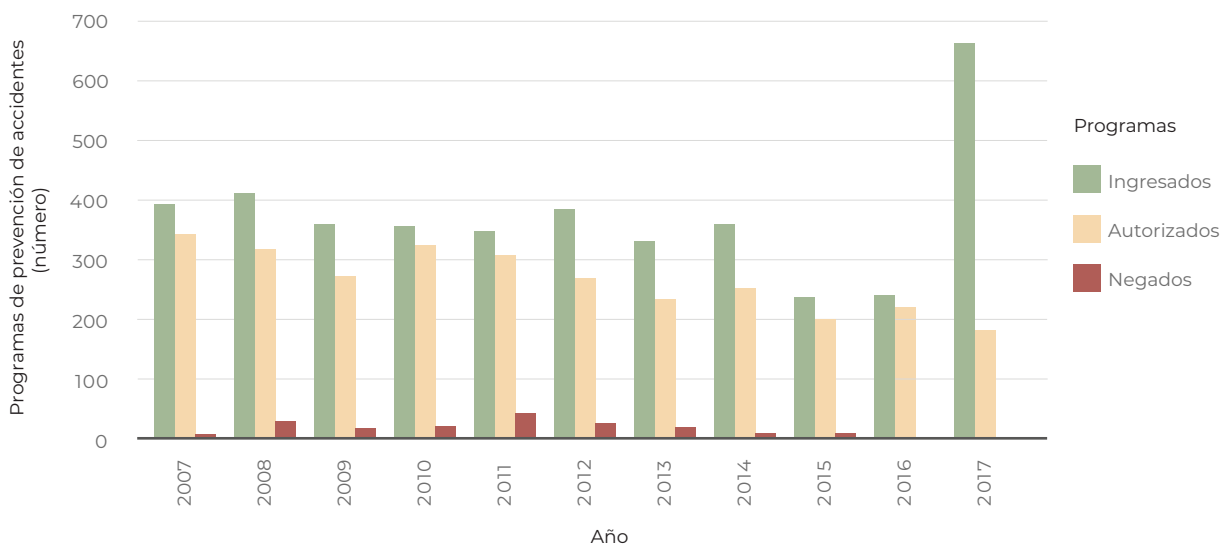
Fuente:

Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas, Semarnat. México. Marzo de 2018.

PROGRAMAS PARA LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES

Los Programas para la Prevención de Accidentes (PPA) establecen las medidas preventivas, correctivas, de control, de mitigación y de atención en el caso de presentarse algún accidente en las instalaciones que realizan actividades altamente riesgosas. Se vinculan estrechamente a sus respectivos ERA, los cuales sirven de sustento técnico para su elaboración. Durante el periodo comprendido entre 2007 y 2017, de los 4 070 Programas de Prevención de Accidentes de Plantas en Operación que se recibieron en la Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas (DGGIMAR), 2 889 (71%) fueron autorizados y 151 fueron negados (3.7%). El número de programas autorizados y negados no necesariamente es igual al número de programas recibidos, debido a que, como resultado de la evaluación, para algunos programas se puede solicitar mayor información, otros pudieron desecharse por no entregar la información en el plazo establecido, se dieron de baja o se estableció que no eran de competencia federal (Figura 7.21; Cuadro D3_RESIDUOP02_04).

Figura 7.21 Número de programas de prevención de accidentes de plantas en operación, 2007 - 2017



Nota:

¹ A partir de marzo de 2015 la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (ASEA), es responsable de la recepción, registro, evaluación y resolución de los Programas para la Prevención de Accidentes del Sector Hidrocarburos.

Fuente:

Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas, Semarnat. México. Marzo de 2018.

SITIOS CONTAMINADOS

Un sitio contaminado es aquel lugar, espacio, suelo, cuerpo de agua, instalación o cualquier combinación de éstos que ha estado en contacto con materiales o residuos que, por sus cantidades y características pueden representar un riesgo para la salud humana, otros seres vivos y los bienes o propiedades de las personas (DOF, 2003).

Las causas que provocan la contaminación de un sitio son muy diversas. Algunas de las más comunes son la disposición inadecuada de RSU, RME y RP en terrenos baldíos, bodegas, almacenes y patios de las industrias; las fugas de materiales o RP de tanques y contenedores subterráneos, tuberías y ductos; la lixiviación de materiales en sitios de almacenamiento y donde se desarrollan actividades productivas, o bien, de rellenos sanitarios y tiraderos a cielo abierto y por los derrames accidentales de sustancias químicas durante su transporte (Semarnat, 2013).

Se reconocen dos tipos de sitios contaminados: el primero se da en los sitios afectados por emergencias ambientales (EA) cuya atención ocurre cuando la contaminación del sitio deriva de una circunstancia o evento, indeseado o inesperado, que ocurre repentinamente y que tiene como resultado la liberación no controlada, incendio o explosión de uno o varios materiales o RP que afectan la salud humana o el medio ambiente de manera inmediata (Semarnat, 2013).

En segundo lugar, están los denominados pasivos ambientales, los cuales presentan grandes dimensiones, necesidad de remediación, problemas causados por el uso industrial del suelo y el manejo inadecuado de los RP. Esta categoría incluye además la contaminación generada por una emergencia que tenga efectos a largo plazo sobre el medioambiente.

Con el fin de dar tratamiento a las emergencias y los pasivos ambientales el país contaba en 2017 con 233 empresas autorizadas para el tratamiento de suelos contaminados, localizadas en 19 entidades (Mapa 7.7; Cuadro D3_SITIOS01_02), siendo la Ciudad de México y el estado de Veracruz las que presentan un mayor número de empresas (56 y 49, respectivamente).

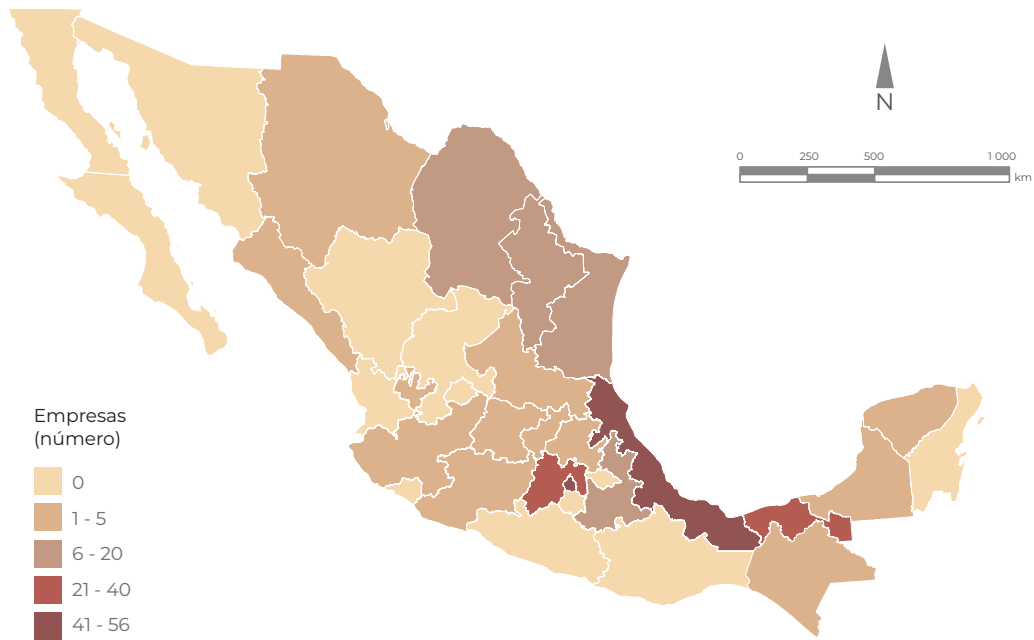
EMERGENCIAS AMBIENTALES

Entre 2008 y 2017 se identificaron 1 776 sitios contaminados por emergencias ambientales, de este total, Pemex tuvo responsabilidad en 416 sitios (23.4%), los transportistas fueron los responsables en 1 256 sitios (70.7%), otras industrias provocaron emergencias en 80 sitios (4.5%) y los ferrocarriles generaron 224 (1.4% del total; Figura 7.22; Cuadro D3_SITIOS02_02).

En el lapso comprendido entre 2008 y 2017 se contabilizaron un total de 888 emergencias ambientales, siendo los estados de Veracruz (112 emergencias), Oaxaca (67), Puebla (54), Nuevo León (52) y Tamaulipas (48) los que presentaron el mayor número (37.5% del total nacional). Las entidades con menos emergencias ambientales fueron la Ciudad de México y Tlaxcala (con 3 cada una), Aguascalientes y Quintana Roo (4 cada una) y Durango (9; Mapa 7.8; Cuadro D3_SITIOS02_01).

Mapa 7.7

Número de empresas autorizadas para el tratamiento de suelos contaminados por entidad federativa, 2017

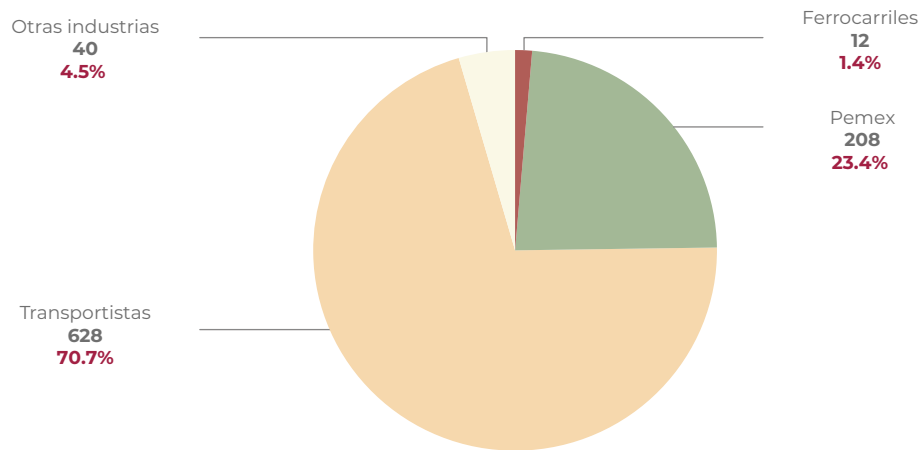


Fuente:

Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas, Semarnat. México. Marzo de 2018.

Figura 7.22

Sitios contaminados por emergencias ambientales según responsables involucrados, 2008 - 2017



Nota:

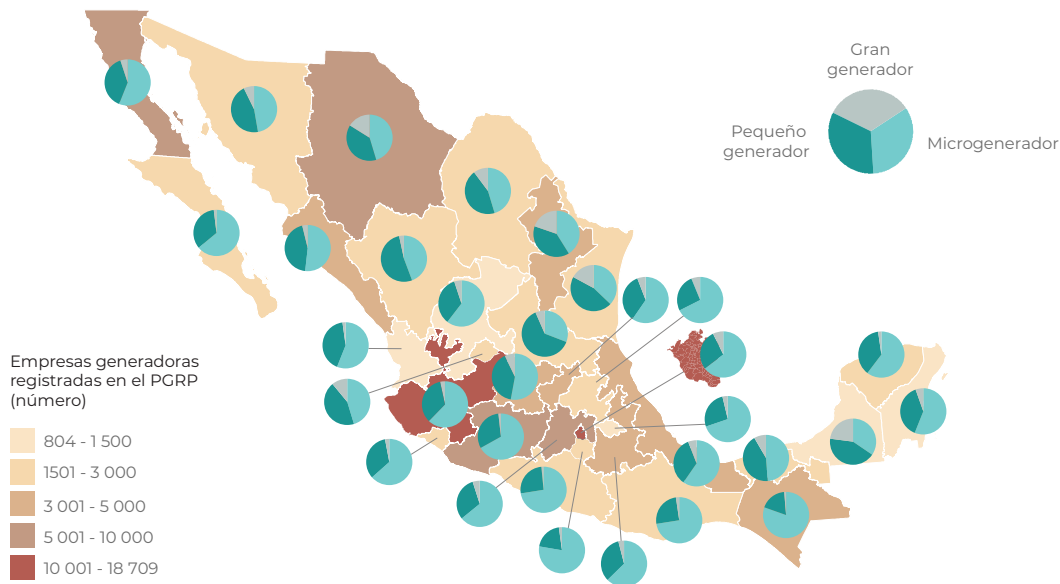
¹A partir de marzo de 2015, la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (ASEA) es responsable de la autorización de las propuestas de remediación de sitios contaminados y la liberación de los mismos al término de la ejecución del programa de remediación correspondiente del Sector Hidrocarburos. Los datos a partir de 2015 sobre sitios contaminados por actividades del Sector Hidrocarburos (Ley de la ASEA, art. 3, fracción XI) son proporcionados por la ASEA y se presentan por separado en otra variable y reporte.

Fuente:

Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas, Semarnat. México. Marzo de 2018.

Mapa 7.8

Emergencias ambientales por entidad federativa, 2008 - 2017



Fuente:

Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas, Semarnat. México, Marzo de 2018.

Los contaminantes que estuvieron involucrados en el mayor número de emergencias ambientales en el periodo 2008-2017 fueron la gasolina, con 450 (25.3%), el diésel con 394 (22.2%), el combustóleo en 228 casos (12.8%), el petróleo crudo con 204 emergencias (11.4%), y los ácidos y bases en 104 casos (5.9%). Los tres primeros contaminantes estuvieron involucrados en el 60.4% de las contingencias ambientales registradas en ese periodo (Figura 7.23; Cuadro D3_SITIOS02_01).

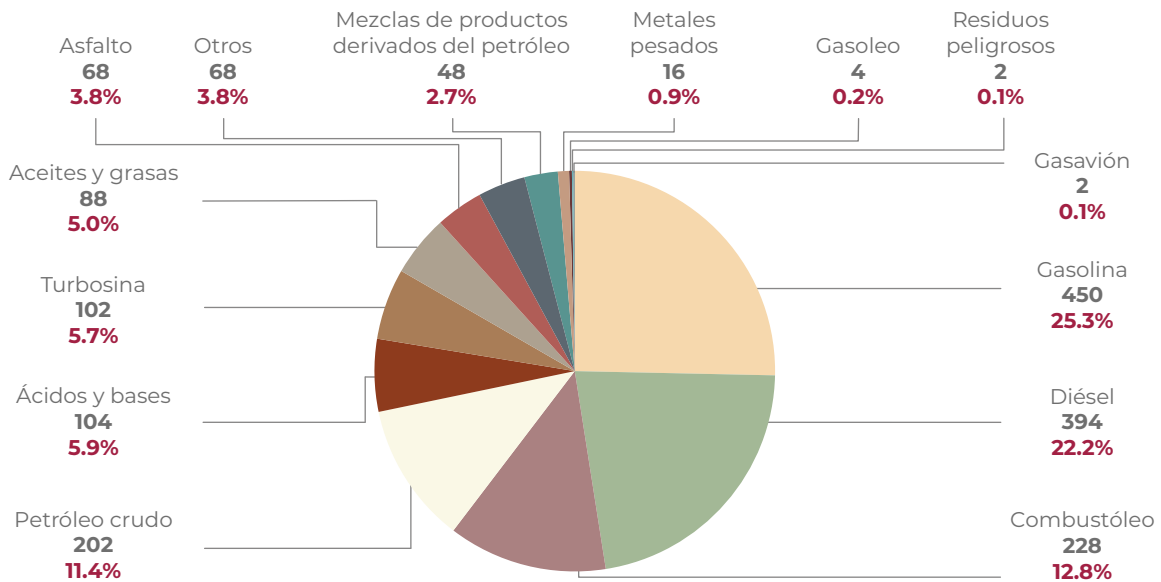
En 2017 la Profepa realizó 221 visitas de inspección y verificación para dar seguimiento a la ocurrencia de las emergencias ambientales donde hubo afectación al suelo. De estas visitas, en 70 (32%) no se encontraron irregularidades, en 150 (67.9%) se encontraron irregularidades menores y en 1 caso se impuso la clausura (0.45% del total de visitas realizadas; Figura 7.24).

PASIVOS AMBIENTALES

La Semarnat realiza la gestión de los pasivos ambientales, y una de las acciones que lleva a cabo es la evaluación de los programas de remediación de sitios contaminados, cuyo objetivo es definir las acciones necesarias para eliminar los impactos negativos al ambiente provocados por la contaminación con materiales o RP. Estos proyectos de remediación se llevan a cabo por la Semarnat con la participación de las estancias gubernamentales locales cuando es

necesario. Con el objeto de conocer a nivel nacional los sitios contaminados considerados pasivos ambientales, la Secretaría ha implementado el Sistema Informático de Sitios Contaminados (SISCO).

Figura 7.23 Número de sitios contaminados considerados emergencias ambientales, por tipo de contaminantes, 2008 - 2017



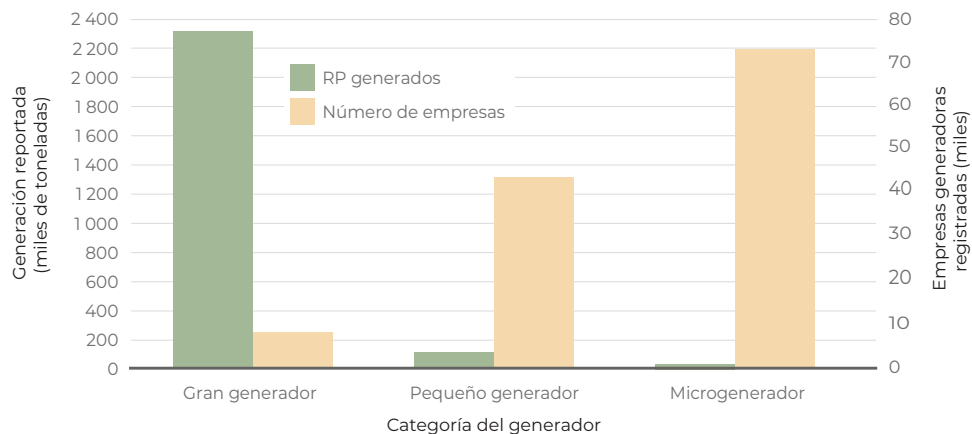
Nota:

¹ A partir de marzo de 2015, la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (ASEA) es responsable de la autorización de las propuestas de remediación de sitios contaminados y la liberación de los mismos al término de la ejecución del programa de remediación. Los datos a partir de 2015 sobre sitios contaminados por actividades del Sector Hidrocarburos (Ley de la ASEA, Art. 3, fracción XI), son proporcionados por la ASEA y se presentan por separado en otra variable y reporte.

Fuente:

Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas, Semarnat. México. Marzo de 2018.

Figura 7.24 Resultado de las visitas de seguimiento a emergencias ambientales por afectaciones al suelo, 2017

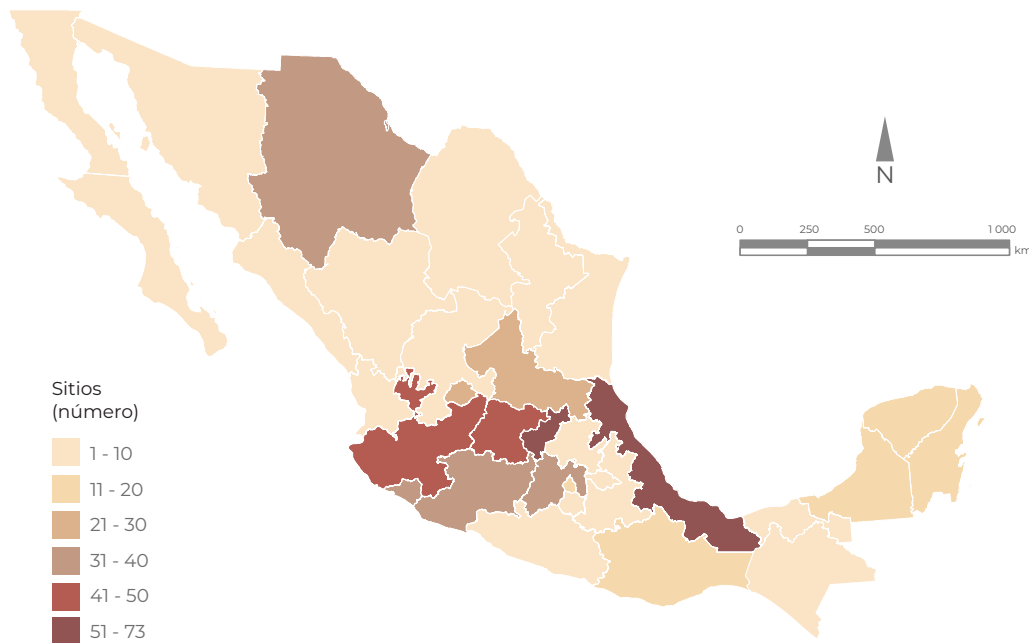


Fuente:

Profepa. Informe de Actividades 2017. Profepa, 2017. México.

Durante el año 2017, el SISCO registró 623 sitios considerados pasivos ambientales en el territorio nacional. Las entidades con mayor presencia de sitios identificados como tales fueron Veracruz (73 sitios), Querétaro (58), Guanajuato (48), Jalisco (42) y Colima (40); mientras que las entidades que presentaron menos sitios fueron Tabasco (2), Nayarit (3), Baja California Sur, Hidalgo y Nuevo León (con 4 sitios en cada caso; Mapa 7.9; Cuadro D3_SITIOS03_01; IB 5-3).

Mapa 7.9 Sitios contaminados registrados con RP en el SISCO por entidad federativa, 2017



Fuente: Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas, Semarnat. México, Marzo de 2018.

REFERENCIAS

Anatel. *Plan de manejo de residuos electrónicos de Apple. México*. Disponible en: <https://www.gob.mx/semarnat/documentos/plan-de-manejo-rme-de-apple>. Fecha de consulta: diciembre de 2018.

Acurio, G., A. Rossin, P.F. Texeira et al. *Diagnóstico de la Situación del Manejo de Residuos Sólidos Municipales en América Latina y el Caribe*. BID, Organización Panamericana. Washington, D.C. 1997.

CAS. *CAS registry. Chemical Abstracts Service. 2018*. Disponible en: <https://www.cas.org/support/documentation/chemical-substances>. Fecha de consulta: diciembre de 2018.

DOF. Acuerdo por el que las Secretarías de Gobernación y Desarrollo Urbano y Ecología, con fundamento en lo dispuesto por los artículos 5o. Fracción X y 146 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 27 Fracción XXXII y 37 Fracciones XVI y XVII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, expiden el primer listado de actividades altamente riesgosas. México. 1990 (28 de marzo).

DOF. Acuerdo por el que las Secretarías de Gobernación y Desarrollo Urbano y Ecología, con fundamento en lo dispuesto por los artículos 5o. Fracción X y 146 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 27 Fracción XXXII y 37 Fracciones XVI y XVII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, expiden el segundo listado de actividades altamente riesgosas. México. 1992 (4 de mayo).

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

DOF. Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003, Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial. DOF. México. 2004 (20 de octubre).

DOF. Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. DOF. México. 2006 (23 de junio).

DOF. Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011, que establece los criterios para clasificar a los residuos de manejo especial y determinar cuáles están sujetos a plan de manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo. DOF. México. 2013 (5 de abril).

GODF. Acuerdo por el que se aprueba y expide el programa de gestión integral de los residuos sólidos para el Distrito Federal. GODF. México. 2010 (13 de septiembre).

Hoornweg, D. y P. Bhada-Tata. *What a waste. A Global review of Solid Waste management. Urban Development Series.* Knowledge Papers No. 15. 2012.

INECC, Semarnat. *Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos.* INECC, Semarnat. México. 2012.

INEGI. *Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales 2017 (CNGMD).* INEGI. México. 2018.

OECD. *OECD Factbook 2014: Economic, Environmental and Social Statistics.* OECD Publishing. 2014. Disponible en: <http://www.oecd-ilibrary.org/docserver/download/3013081e.pdf?expires=1459204364&id=id&accname=guest&checksum=6FCA13D595A51CDCBD05CE-042F03CBF4>. Fecha de consulta: diciembre de 2015.

OECD. *Environment. Dataset: Municipal Waste, Generation and Treatment.* OECD. 2016. Disponible en: <https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=MUNW>. Fecha de consulta: enero de 2016.

Presidencia de la República. *5to. Informe de Gobierno. Anexo Estadístico.* Presidencia de la República. México. 2017.

Pure Earth y Green Cross. *World´s Worst Pollution Problems 2015*. Pure Earth y Green Cross. Suiza. 2015.

Sedema. *Inventario de Residuos Sólidos CDMX (IRS)*. Sedema. México. 2018.

Semarnat. *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Edición 2012*. Semarnat. México. 2013.

Semarnat. *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Edición 2015*. Semarnat. México. 2016.

Semarnat. *Planes de Manejo (RME)*. Semarnat. México. Disponible en: <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/planes-de-manejo-rme>. Fecha de consulta: diciembre de 2018.

UN-Habitat. *Solid waste management in the world´s cities. Water and sanitation in the world´s cities. UN-HABITAT*, Earthscan. Malta. 2010.